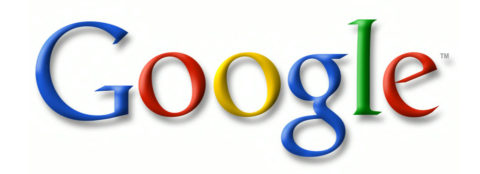










ZEITSCHRIFT

FÜR

KRYSTALLOGRAPHIE

UND

MINERALOGIE

UNTER MITWIRKUNG

ZAHLREICHER FACHGENOSSEN DES IN- UND AUSLANDES

HERAUSGEGEBEN

VON

P. GROTH.

ACHTER BAND.

MIT 13 LITHOGRAPHIRTEN TAFELN UND 151 HOLZSCHNITTEN.

LEIPZIG,

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.

1884.



Inhaltsverzeichniss des achten Bandes.

Heft I. (Geschlossen am 6. Mai 1883.)

Heft II u. III. (Geschlossen am 19. Juli 1883.)

Heft IV. (Geschlossen am 26. September 1883.)

Heft V. (Geschlossen am 10. November 1883.)

Heft VI. (Geschlossen am 4. Januar 1884.)

I. Ueber das Fuess'sche Fühlhebelgoniometer.

Von

Alexander Schmidt in Budapest.

(Mit 5 Holzschnitten.)

Bei allen zur Erzielung genauerer Resultate geeigneten Goniometern wird bekanntlich bei der Messung der gegenseitigen Neigung zweier Krystallflächen die betreffende Kante mit der Umdrehungsaxe des getheilten Kreises zur Coincidenz gebracht, oder ihr wenigstens parallel gestellt, d. h. justirt und centrirt. Der Drehungswinkel, um welchen der Krystall um die eingestellte Kante, oder um eine mit ihr parallele Gerade, so lange gedreht wird, bis die eine Fläche in dieselbe, oder in eine vollkommen parallele Ebene fällt, welche durch die vorhergehende Lage der anderen Krystallfläche gegeben wurde, ist der sogenannte Normalenwinkel der beiden Krystallflächen.

Bei diesem Vorgange ist natürlich das wichtigste Moment, die Lage der Flächen im Raume genau und vergleichbar zu fixiren. In dieser Beziehung leistet bekanntlich die Reflexion der Lichtstrahlen die vorzüglichsten Dienste. Da aber die auf diese Art erzielten Messungsresultate der Güte nach direct abhängig sind von der Reflexionsfähigkeit der Flächen, so kann bei matten Krystallen die Reflexionsmethode — wenigstens auf die Krystallflächen direct angewendet — nicht mehr vortheilhaft, oft überhaupt gar nicht benutzt werden.

Die spiegelungslosen Krystalle sind, wie bekannt, dem Vorkommen nach häufig die überwiegenderen. Bei manchen derselben ist die goniometrische Kenntniss deshalb eine mangelhafte, weil die Flächen von unebener Beschaffenheit sind, andere jedoch, wie z. B. die des Feldspaths, zeigen zwar matte, aber doch verhältnissmässig ebene Oberflächen. Um solche Krystalle zu messen, sind schon mehrere Verfahren — wie das Bedecken mit dünnen Glasplättchen, Ueberzüge mit Harz, Abdrücke etc. — bekannt und auch benutzt worden. Bei diesen Methoden sind die Fehler-

quellen jedoch zu gross und auch zu variabel, als dass die erzielten Messungsresultate für schärfere Schlüsse geeignet wären.

In neuerer Zeit wurde nun ein Instrument construirt (vergl. Hirschwald, Neues Jahrb. für Min. etc. 1879, S. 301 u. 539. Ibid. 1880, S. 156. L. Calderon, diese Zeitschr. 4, 221), welches den Ansprüchen auf genauere Messungsresultate bei spiegelungslosen Krystallflächen schon ziemlich nahe zu rücken vermochte.

Das Fühlhebelgoniometer des Herrn R. Fuess ist ein weiterer Schritt in dem theoretisch und praktisch wichtigen Constructionsgebiete solcher Instrumente. Hier ist es eine Fühlhebelvorrichtung, mit welcher die Lage der spiegelungslosen, jedoch mehr oder minder eben beschaffenen Krystallflächen im Raume genau und vergleichbar fixirt wird.

Dieser letztere Apparat wurde im Jahre 1879 auf der Berliner Gewerbeausstellung der öffentlichen Besichtigung vorgelegt und Herr Dr. Th. Liebisch gab eine kurze Beschreibung desselben (vergl. Bericht über die wissenschaftlichen Instrumente auf der Berliner Gewerbeausstellung im Jahre 1879. Berlin 1880, 8°. Springer).

Durch die dankenswerthe Güte des Herrn Prof. P. Groth war es mir vergönnt, mich mit dem Fuess'schen Fühlhebelgoniometer im mineralogischen Institut der Kaiser-Wilhelms-Universität zu Strassburg i. E. eingehend beschäftigen zu können. Im Folgenden sollen zunächst diejenigen Ergebnisse aufgeführt werden, welche sich auf das Instrument selbst beziehen, und schliesslich einige Resultate der mit demselben ausgeführten krystallographischen Untersuchungen.

Beschreibung des Apparates.

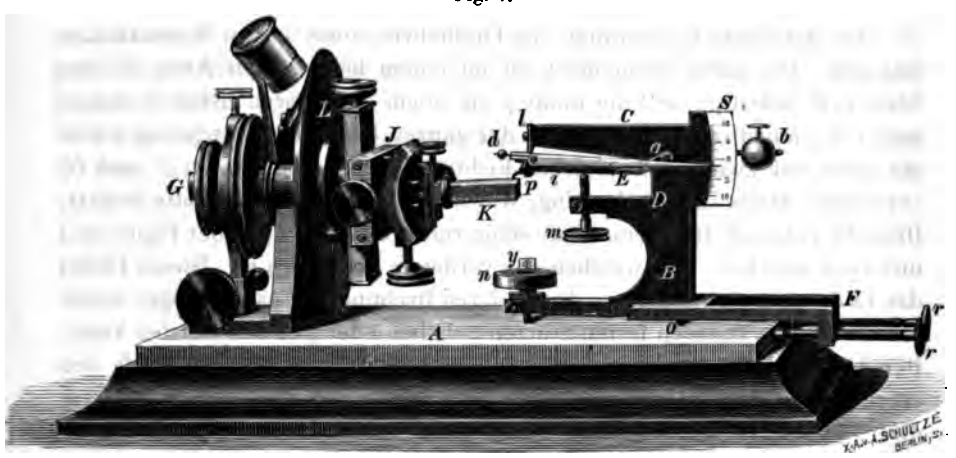
Das Fühlhebelgoniometer besteht aus einer Wollaston'schen Vorrichtung von mittlerer Grösse und dem eigentlichen Fühlhebelsystem (Fig. 1). Das Goniometer selbst (*G*) ist auf einer ebenen, matt geschliffenen Glasplatte (*A*), der Grundplatte, derart befestigt, dass der Limbus zu der letzteren möglichst genau normal steht.

Die Umdrehungsaxe des getheilten Kreises läuft in gleicher Richtung mit der längeren Seite der rechteckigen Grundplatte. Bei dem von mir benutzten Instrumente hatte der Limbus den Durchmesser von 16 cm und gestattete mittelst eines angebrachten Nonius die einzelnen Minuten direct abzulesen. Die Umdrehungsaxe kann nach dem Arretiren mit einer Mikrometerschraube fein bewegt werden; die innere stählerne Axe ($7\frac{1}{2}$ cm mittlerer Durchmesser, 6 cm Länge), an welcher die Fuess'sche Centrir- und Justirvorrichtung mit dem Krystallträger angebracht ist, konnte in der ursprünglichen Form nicht arretirt werden; es hat sich aber als zweckmässig

erwiesen, dieselbe mit Hülfe einer Schraube gleichfalls feststellbar zu machen.

Die Schlitten der Centrir- und Justirvorrichtung erlauben eine beträchtlichere Verschiebung, als gewöhnlich, was bei grösseren Krystallen

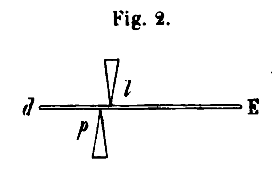

Fig. 1.



nicht ohne praktische Bedeutung ist. Der Krystallträger hat die bekannte Form eines kleinen Tischchens, aber es wurden noch solche mit biegsamen cylindrischen Fortsetzungen versehen angefertigt, um bei Krystallen von grösseren Dimensionen die Fehler, welche durch das Nachlassen des Klebwachses entstehen könnten, möglichst zu verringern.

Der sogenannte Fühlhebel des Herrn R. Fuess wurde von ihm zuerst zur Bestimmung des Ausdehnungscoefficienten fester Körper construirt (vergl. Glatzel: Neue Versuche über die Ausdehnung von festen Körpern durch die Wärme. Pogg. Ann. **160**, 497). In der Form, wie er bei dem Goniometer benutzt wird, bildet er einen besonderen Theil des ganzen Instrumentes, welcher getrennt aufbewahrt werden kann. Der Construction desselben (Fig. 2) liegt das folgende Princip zu Grunde. Zwischen zwei Schneiden (l und p), deren horizontale scharfe Kanten einander parallel gestellt sind, schwebt eine aus leichtem Material gefertigte Stange (dE). Wenn die obere, feste Schneide (l) als Stütze dient und von unten her vermittelst der scharfen Kante von p ein momentaner Druck ausgeübt wird, so wird die Stange — vorausgesetzt, dass die Schneide p mit ihr in fortwährendem leisem Contacte bleiben

Fig. 2.



kann — in ein mehr oder minder intensives Pendeln gerathen. Es verhält sich auf diese Art dE wie ein Hebel, dessen Umdrehungspunkt in l liegt, und es sind daher die Bewegungen seiner Arme — in Bezug auf deren Ausschlag von der horizontalen Ruhelage aus gerechnet — deren Längen direct proportional. Es kommt bekanntlich nur auf eine passende Wahl der Längen von lp und lE an, um kleine Bewegungen durch gut wahrnehmbare Ausschläge des längeren Hebelarmes demonstriren zu können.

Die detaillirte Einrichtung des Fühlhebelsystems ist im Wesentlichen folgende: Die obere Schneide (l) ist an einem horizontalen Arme (C) des Stativs (B) befestigt, und die Kante p an einem besonderen Hebel (i) unterhalb von l angebracht. Den Träger der ganzen Fühlhebelvorrichtung bildet ein oben mit zwei, nach gleicher Richtung gerichteten Armen (C und D) versehenes Stativ (B) von Messing, welches eine ebene Grundplatte besitzt. Dieselbe ruht auf drei konischen, stählernen Füsschen (o, in der Figur sind nur zwei sichtbar), von welchen das vorderste beweglich ist. Dieses bildet das Ende einer Schraube (n), durch deren Drehung der ganze Träger selbst um die beiden anderen festen Stützen gehoben oder gesenkt werden kann. Der Abstand der Schraubenwindungen beträgt 0,5 mm und mit Hülfe des eingetheilten Schraubenkopfes sind Niveauveränderungen von 0,005 mm direct ablesbar; die Theilung ist so gross, dass durch Schätzung noch 0,00125 mm sich sehr gut bestimmen lassen. Neben dem Schraubenkopfe ist eine kleine verticale Scala (y) als Index aufgestellt.

Der Arm C des Stativs trägt an seinem Ende die mittelst zweier Schrauben befestigte obere Schneide (l). Der Stativstock ist unterhalb von a an zwei Stellen durchbohrt; durch die eine Oeffnung ist ein unbewegliches stählernes Stück gesteckt, dessen beide Enden die Umdrehungsaxe des Hebels i bilden. Dieser letztere besitzt in seinem mittleren Theile die Form eines rechteckigen Rahmens, der das Stativ theilweise umfasst und nach zwei Seiten in geraden Stielen endet. Die erwähnte zweite Durchbohrung am Stativstocke enthält gleichfalls ein aus Stahl gefertigtes, cylindrisches Stück, welches aber frei beweglich ist und lediglich zur Verbindung der Rahmentheile des soeben genannten Hebels dient. Der Hebel selbst ist mit kleinen Schraubenzapfen um die beschriebene Axe beweglich. Von den geraden Fortsetzungen desselben trägt die eine, cylindrische, als Balancirgewicht (bei b) eine verschiebbare Kugel; die andere, quadratische, dagegen ist zur Aufnahme der unteren Schneide (p) mit einer querlaufenden Fortsetzung versehen. Der Hebel läuft zuletzt bei p in ein kleines aus Messing verfertigtes Stiftchen aus, welches nach unten gebogen seitwärts unterhalb der Schneide liegt und im Folgenden schlechtweg als Fühler bezeichnet werden soll.

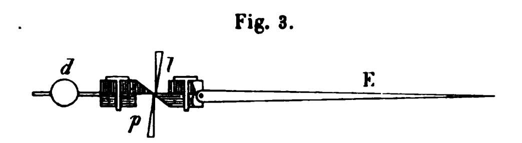
Die beiden Schneiden selbst sind von genau gleicher Form und bestehen aus einer verticalen und einer zu derselben schief angeschliffenen

Fläche; die scharfe Kante der oberen Schneide (l) wird so gestellt, dass sie mit derjenigen von p parallel und zugleich horizontal läuft, wobei die verticalen Ebenen der beiden Schneiden fast zusammenfallen, die schiefen dagegen eine zu einander parallele Lage besitzen. Die Schneiden sind aus Stahl angefertigt und haben die gleiche Kantenlänge von 11,5 mm; auf die angegebene Art angebracht, besitzen sie in horizontaler Richtung eine sehr geringe Entfernung von einander.

An dem zweiten Arme des Stativs (D) ist eine Schraube (m) mit ihrem nach oben gerichteten Ende gegen den ihr unmittelbar anliegenden Hebel (i) zum Einstellen angebracht.

Der zwischen den beiden Schneiden frei schwebende Fühlhebel (E) ist in Figur 3 besonders skizzirt. Er besteht aus zwei Stahlplatten (in der

Fig. 3.



Figur ungleich schraffirt), die durch Schrauben fest verbunden sind. Aus beiden ist in ihrem mittleren Theile auf gleiche Art ein viereckiges Stück mit drei normalen und einer schiefen Seitenfläche ausgeschnitten; die Platten sind so aneinander gelegt, dass die schiefen Seiten des ausgeschnittenen Theiles parallel sind und beinahe in eine Ebene fallen. An dem so gebildeten Rahmen ist an einer Seite eine kleine verstellbare Gleichgewichtskugel (d), sowie andererseits ein circa 7 cm langer, aus Elfenbein hergestellter Arm, der »Zeiger«, angebracht. Die ganze Vorrichtung wird so zwischen den beiden Schneiden eingelegt, dass Schneide l auf die obere Seite der unteren Platte, und Schneide p auf die untere Seite der oberen Platte aufliegt. Es ist leicht ersichtlich, dass der zwischen den scharfen Kanten von l und p liegende Theil des Rahmens den kurzen Hebelarm bildet, da die bewegliche Schneide p, mit dem Fühlhebel im fortwährenden Contacte, die Angriffsstelle wird.

Der die Ausschlagsintensität bewirkende Arm kann auf diese Art sehr kurz und zugleich, was in praktischer Beziehung wichtig ist, von genügend constanter Länge erzielt werden.

Der Zeiger bewegt sich vor einer Kreistheilung (S), an welcher, um allzu grosse Ausschläge zu verhindern, ein Stiftchen befestigt ist.

Die so geschilderte Fühlhebelvorrichtung wird auf die matte Glasplatte einfach aufgesetzt. Da nun, wie zu dem Gebrauche nothwendig, der Fühler dem Limbus zu- und der Zeiger nach der entgegengesetzten Seite hin ge-

richtet sein soll, und demzufolge die Bewegung der Fühlhebelvorrichtung im Allgemeinen parallel der kurzen Seite der Grundplatte, d. h. normal zur Axe des Goniometers geschieht, so sind an dem Sockel des Hebelsystems noch zwei Arme (*F*) befestigt. Durch dieselben wird eine Führung des Fühlhebels in constanter Richtung erzielt. Diese Arme sind daher an ihren Enden rechtwinkelig umgebogen, und daselbst zwei verstellbare lange Schrauben (*r*) angebracht, deren Enden, an der Seite der matten Glasunterlage anliegend, die gewünschte Leitfläche bilden.

Herr Fuess hat noch schliesslich einen kleinen Hülfsapparat, den sogenannten Centrir- und Justirkeil, hinzugefügt. Dieser, ein stählernes Lineal, ist an einem passenden Träger, mit seiner scharfen Kante nach unten gerichtet, befestigt. Der Sockel dieses Trägers besitzt drei obere, sowie an den umgebogenen Seitenfortsetzungen zwei seitliche Stellschrauben. Mit Hülfe dieser Schrauben kann, wenn die kleine Vorrichtung auf die Goniometerunterlage aufgesetzt wird, die scharfe Kante des Keiles in die Richtung der Rotationsaxe gebracht werden.

Die Prüfung des Fühlhebelgoniometers.

Wie das eigentliche Goniometer des Apparates in Bezug auf seine exacte Herstellung untersucht werden soll, ist allgemein bekannt. Hier kommt es zunächst darauf an, die Lage desselben zu seiner Grundplatte festzustellen. Zu diesem Zwecke wurde zuerst mit Hülfe einer aufgesteckten Nadel der Centrirkeil durch seine Stellschrauben in die Richtung der Rotationsaxe gebracht und die Stellung der Schrauben markirt, so dass auf diese Art, wenn der Keil auf die Grundplatte mit seinen Stellschrauben, die Seitenfläche derselben berührend, aufgesetzt wird, die Richtung der Umdrehungsaxe durch die scharfe Kante des Keiles angegeben ist. Es wurde dann eine — vorher am Reflexionsgoniometer geprüfte — exacte planparallele Glasplatte an dem Krystallträger befestigt und der Grundplatte parallel gestellt. Dies geschah auf folgende Weise: Nachdem das Fühlhebelsystem aufgesetzt war, wurde die planparallele Platte an vielen Stellen ihrer Oberfläche mit dem in passender Höhe (hergestellt durch die eingetheilte Hebungsschraube desselben) gehaltenen Fühler bestrichen und mit Hülfe der Justirschrauben so eingestellt, dass der Fühler, in einer bestimmten Höhe gehalten, an allen Stellen der Oberfläche das gleiche Verhalten des Zeigers verursachte. War z. B. der Fühler an einer Stelle so niedergesenkt worden, dass der Contact erst nach einer bestimmten noch weiteren Senkung hergestellt wurde, oder war er schon mit einem gewissen Ausschlage des Zeigers hergestellt worden, so musste sich dieselbe Erscheinung an allen anderen Stellen der Oberfläche vollkommen gleichmässig zeigen. Nachdem die Oberfläche auf diese Art der Grundplatte

parallel gestellt war, wurde der Nonius abgelesen, das Fühlhebelsystem zur Seite geschoben und die Platte um genau 180° gedreht. Die jetzt nach oben gerichtete Oberfläche wurde nun gleichfalls nach derselben Methode mit Hülfe des Fühlhebelsystems auf ihren Parallelismus zu der Grundplatte, welcher bei einer mit der Unterlage parallelen Stellung der Umdrehungsaxe unbedingt vorhanden sein sollte, geprüft.

Bei meinem Versuche zeigte es sich, dass die Platte nach der Umdrehung keine horizontale Lage mehr besass. Die Höhendifferenz zweier Stellen — in bestimmter Entfernung von einander — wurde mit Hülfe des Fühlhebels gemessen und so gefunden, dass bei diesem Instrumente die Umdrehungsaxe im Mittel nahe 10′ nach der Seite, an welcher die Drehung des Limbus ausgeführt wird, geneigt ist.

Bei der Fühlhebelvorrichtung kommt es lediglich darauf an, dieselbe sehr empfindlich zu machen und zwar nach zwei Richtungen hin. Es muss nämlich die leiseste Berührung des Hebels schon einen Ausschlag hervorrufen, und zweitens muss dieser so gross als möglich sein.

Diese letztere Bedingung wird hauptsächlich durch die möglichst kleine Entfernung der beiden Schneiden erreicht, und da dieselben bei unserem Instrumente keine weitere Einstellung gestatteten, so war diese Empfindlichkeit von der Construction seitens des Mechanikers abhängig. Eine Prüfung derselben geschah auf folgende Weise: Es wurde an dem Goniometer ein Krystall befestigt und der Fühlhebel mit einer Fläche desselben in Contact gebracht, so dass der Zeiger mit einem Ausschlage nach unten in Ruhe blieb. Berührte man nun das Goniometer an irgend einer Stelle mit dem Finger, so brachte ein sehr schwacher Druck sogleich einen grossen Ausschlag des Zeigers hervor. Durch diese Berührungen, die sehr vorsichtig ausgeführt wurden, konnte nur die Krystallfläche selbst und im Zusammenhange mit ihr die untere Schneide (p) beeinflusst werden. In der That entsprachen die Bewegungen des Zeigers dem Sinne der durch den Druck verursachten minimalen Bewegung der unteren Schneide. Wurde z. B. schwach gegen eine Centrirschraube gedrückt, so war der Ausschlag des Zeigers verkleinert; berührte man dagegen die Klemmschraube des Limbus, so nahm der Ausschlag sofort zu. Es spielte dabei die Goniometeraxe anscheinend die Rolle eines Hebels, dessen Umdrehungsstelle in das Lager der Axe fällt.

Um den Grad der Empfindlichkeit des Fühlhebels in dieser Beziehung annähernd numerisch anzugeben, wurde nach Herstellung eines Contactes die Goniometeraxe successive vorsichtig belastet und die Ausschläge des Zeigers mit einem Fernrohr beobachtet. War auf die Klemmschraube des Krystallträgers 1 g aufgelegt, so liess der Zeiger schon einen wahrnehmbaren, wenn auch sehr kleinen Ausschlag nach oben erkennen; der Hebelarm, auf welchen hier die Belastung ihre Wirkung ausübte, war

circa 4 cm lang. Auf dem Centrirschraubenkopfe, wo die Entfernung vom Axenlager circa 1 cm war, genügten 20 g, um gleichfalls einen Ausschlag nach oben hervorzurufen. An der Klemmschraube des Limbus gaben 20 g ebenfalls einen bemerkbaren Ausschlag, hier aber nach unten gerichtet. An allen diesen Stellen folgte einer grösseren Belastung auch eine Zunahme des Ausschlages. Das Goniometer schien sich so zu verhalten, als wenn es durch jene Belastungen um seine untere Stütze nach rechts oder links geneigt würde. Aehnliche Erscheinungen, welche die überraschende Empfindlichkeit des Fühlhebelsystems beweisen, hat auch H. Glatzel (l. c.) beobachtet.

Dass aber ausserdem die ganze Fühlhebelvorrichtung schon eine sehr geringe Berührung anzeigen soll, muss durch die passende Einstellung derselben bewirkt werden. Zu diesem Zwecke muss zuerst der Fühlhebel mit Hülfe seiner kleinen Gleichgewichtskugel (*d*) äquilibrirt und dann so verstellt werden, dass ein minimales Uebergewicht der die Kugel tragenden Seite zukommt; auf diese Art wird ein richtiges Pendeln des Zeigers erzielt. Der untere, die bewegliche Schneide (*p*) führende Hebel selbst muss natürlich sehr leicht beweglich sein. Seine Balancirkugel (*b*) muss demnach so weit verschoben werden, bis der Hebel mit dem auf seiner scharfen Kante aufgelegten Fühlhebel ganz äquilibrirt ist. Der eigentliche Contact zwischen der Schneide *l* und dem Fühlhebel muss zuletzt durch die Stellschraube (*m*) des unteren Hebels hergestellt werden, und die Empfindlichkeit des Hebelsystems gegenüber nur ganz schwachen Berührungen hängt hauptsächlich von der richtigen Herstellung dieses Contactes ab. Bei unserem Instrumente war die Empfindlichkeit in dieser Beziehung so gross, dass es nicht gelungen ist, den Fühler mit den Fingerspitzen selbst bei grösster Vorsicht so leise zu berühren, dass der Zeiger sich nicht sogleich bewegt hätte.

Anmerkung. In der oben erwähnten Berichterstattung über das Fühlhebelgoniometer wird angegeben (S. 338), dass die verschiebbare Kugel (*b*) so einzustellen sei, dass das Stiftchen *p* nur mit einem äusserst geringem Drucke auf der abzufühlenden Fläche lastet.

Wenn das richtig wäre, so müsste der untere Hebel in einer weniger leicht beweglichen Art eingestellt werden, als wenn derselbe vollkommen äquilibrirt ist.

Durch Versuche habe ich mich auch in der That überzeugt, dass, wenn man so einstellt, wie es in jener Vorschrift angegeben ist, der Fühler gegenüber schwachen Berührungen zu träge ist, daher ich es nicht für überflüssig hielt, diese leicht irreführende Angabe hier zu widerlegen.

Die Methode und die Fehler der Messung.

Zur Vereinfachung der folgenden Betrachtungen setzen wir voraus, dass das Instrument selbst in der geeignetsten mechanischen Vollendung ausgeführt wäre und vor Allem die Rotationsaxe des getheilten Kreises der Grundplatte parallel und die benutzten Krystallflächen vollkommen eben seien. Dann stellen wir, genau so, wie es schon bei der Prüfung des Goniometers besprochen wurde, die eine Fläche parallel zu der Grundplatte ein. Die Kante wird nachher mit Hülfe des Keiles centrirt, die Stellung am getheilten Kreise bei der horizontalen Lage der Krystallfläche abgelesen, und mit dem Limbus der Krystall so lange umgedreht, bis nach der Prüfung mittelst des Bestreichens mit dem Fühler die andere Fläche gleichfalls der Grundplatte parallel gestellt ist. Wir lesen die Eintheilung am Kreise wiederum ab, und die Differenz der zwei Ablesungen giebt uns die gesuchte Neigung.

Die Fehlerquellen der Messung liegen naturgemäss ebenso in der constructiven Unvollkommenheit des Apparates, wie auch in der Oberflächenbeschaffenheit des betreffenden Krystalles.

Die ersteren, die sogenannten instrumentalen Fehler — abgesehen von den leicht nachzuweisenden Fehlerquellen der Construction des Goniometers selbst — liegen

a. in der Stellung des Goniometers zu der Grundplatte,

b. in der Construction des Fühlhebelsystems.

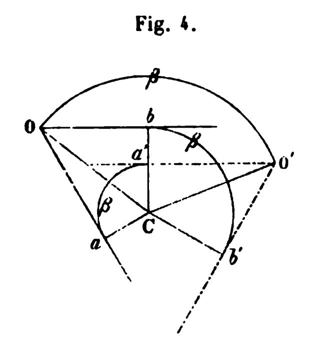
a.

Ist die Umdrehungsaxe des Goniometers nicht parallel zu der Grundplatte, so kann die bisher erörterte Methode nicht mehr angewendet werden. Denn in diesem Falle kann die richtig justirte Krystallfläche mit der Grundplatte nicht mehr parallel sein. Das Fühlhebelsystem kann also hier zum Justiren der Krystallflächen nicht mehr vortheilhaft benutzt werden, wogegen dasselbe die Bestimmung der Lage der Flächen noch immer vorzüglich gestattet.

Das Justiren geschieht alsdann mit dem schon erwähnten Keile, indem wir die betreffende Krystallkante mit Hülfe der Justirschrauben zu der Rotationsaxe möglichst exact parallel stellen. Dies erfordert allerdings bei Kanten von kürzerer Länge (1—2 mm) schon eine gewisse Uebung, und kann bei noch kürzeren sogar nur annähernd erreicht werden, während es bei längeren mit Exactheit zu bewerkstelligen ist. Sind die Krystallflächen nun justirt, so kann man zu der Bestimmung der Lage derselben schreiten, da das Centriren der Kante hier, wie bei dem mit zwei Fernröhren versehenen Reflexionsgoniometer, kein theoretisches Erforderniss mehr ist.

Es seien z. B. Oa und Ob (Figur 4) die normalen Durchschnitte der zwei Krystallflächen mit der Zeichnungsebene, welche daher mit dem getheilten Kreise parallel sein wird. Die Umdrehungsaxe möge im Bilde, anstatt in O, im Punkte C erscheinen. Sei nun die Lage der einen Krystallfläche, z. B. Oa, im Raume fixirt, dann müssen wir nach dem bekannten Princip die andere (Ob) durch Umdrehen in eine vollkommen parallele Ebene bringen. Dann wird Ob mit dem Radius Ca, die Kante mit CO und Oa mit Cb gedreht werden. Da aber von einem Punkte (hier C) auf eine gegebene Ebene (Oa) nur eine einzige Normale möglich ist, so muss nach der Drehung Ca mit der früheren Lage von Cb zusammenfallen, wenn Ob selbst zu der früheren Lage von Oa parallel gestellt wird. So wird nach der Drehung Ca nothwendig die Lage Ca', CO diejenige CO' und endlich Cb die Lage Cb' einnehmen. Dass der Umdrehungswinkel (β) das Supplement der Neigung von Oa und Ob ist, bedarf wohl keines besonderen Beweises; dass, wenn die Umdrehungsaxe ausserhalb des Krystalles liegt, das Resultat mit dem hier angeführten identisch sein wird, ist ebenfalls sofort ersichtlich.

Fig. 4.



Es ist ein annäherndes Centriren jedoch aus praktischem Grunde immerhin zweckmässig, besonders um eine grosse Niveauveränderung des Fühlhebelsystems zu vermeiden.

Wenn die Krystallkante richtig justirt ist, so bleibt daher, wie erwähnt, nur das Fixiren der Lage der Krystallflächen übrig.

Die Lage einer Ebene ist im Allgemeinen durch zwei einander schneidende gerade Linien gegeben. Da wir nun in der justirten Kante bereits eine in der Krystallfläche liegende Gerade besitzen, die während der Drehung nur mit sich selbst parallel verschoben, also ihrer Richtung nach nicht verändert werden kann, so brauchen wir nur noch eine, in der Ebene der Krystallfläche liegende Gerade zu fixiren.

Wenn das Fühlhebelsystem auf die Grundplatte aufgesetzt und mit den Stellschrauben (r) gleitend bewegt wird, so beschreibt der Fühler im Raume eine Gerade, deren Richtung so lange constant bleibt, als der Contact zwischen den Stellschrauben (r) und der betreffenden Seitenfläche der Grundplatte derselbe ist. In dieser Bewegungsrichtung des Fühlers können wir also die gewünschte zweite, mehr oder minder constante Gerade haben.

Bei der praktischen Ausführung der Messungen bietet jedoch dieses erwähnte präcise Gleiten manches Unbequeme, und es können dabei leicht kleinere Abweichungen in der Richtung des Fühlers entstehen. Es ist daher zweckmässig, den hierdurch möglichen Fehler näher zu erläutern.

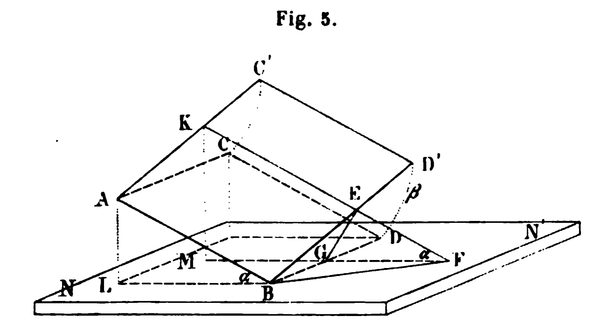
Zu dem Zwecke müssen wir uns erinnern, dass zwei zu einander geneigte Ebenen immer je eine Richtung — die der Schnittlinie — besitzen, welche beiden zugehörig, also auch beiden Ebenen parallel liegt. Sei nun die eine Ebene durch die Grundplatte unseres Instrumentes dargestellt, die

andere dagegen durch die eine der justirten Krystallflächen. Da die Ebene der Grundplatte ihrer Lage nach unverändert bleibt, so wird während der Drehung der Krystallfläche die gemeinsame Gerade immer eine andere sein. Es wird daher einer jeden Stellung der Fläche nur eine einzige, der Grundplatte parallel gehende Gerade entsprechen, welche demgemäss mit der justirten Krystallkante einen bestimmten Winkel bildet, den wir als Richtungswinkel bezeichnen wollen.

Es ist daher klar, dass, wenn wir in den beiden Krystallflächen nicht genau dieselbe Richtung der Grundplatte parallel einstellen, die zwei Flächen nicht nach einander in die gleiche Lage im Raume gerathen werden, d. h. unsere Messung mit einem Fehler behaftet sein wird. Um diesen zu ermitteln, denken wir uns ferner durch die Krystallkante eine zu der Grundplatte normale Ebene gelegt. Alsdann ist klar, dass der Richtungswinkel sein Minimum (90°) hat, wenn die Krystallfläche selbst zu dieser Ebene normal steht (1. Stellung), dagegen das Maximum ($< 180°$) erreicht, wenn jene mit ihr zusammenfällt (2. Stellung). Während dieser Umdrehung wird der Richtungswinkel im Allgemeinen um so mehr zunehmen, je geringer die Neigung der Krystallkante selbst in Bezug auf die Grundplatte ist.

Sei AB die justirte und der Einfachheit halber auch centrirte Krystallkante (Fig. 5), durch welche die zu der Grundplatte (NN') normale Ebene ABL gelegt worden ist, dann wird $\angle ABL = \alpha$ die Neigung der Goniometeraxe zu der Grundplatte sein.

Fig. 5.



meteraxe zu der Grundplatte sein. Steht die Krystallfläche $ABCD$ normal zu ABL, dann wird BD — wenn dies die Schnittlinie der Krystallfläche mit der Grundplatte ist — normal zu ABL und daher auf AB gleichfalls senkrecht stehen; der Richtungswinkel ABD ist in dieser Lage (1. Stellung) im Minimum $= 90°$. Legen wir weiter durch BD eine Ebene $\perp$ auf $ABCD$, dann wird, während der Umdrehung der Krystallfläche, BD sich beständig in dieser Ebene bewegen; es soll nach einer Umdrehung der Drehungs-

winkel $DBD' = \beta$ sein. Wenn wir in dieser neuen Lage $(ABC'D')$ der Krystallfläche dieselbe mit einer zu ABL parallelen Ebene KMF schneiden, dann wird nothwendigerweise KE parallel zu AB, $MF \parallel BL$, $\angle BGE = \angle GEF = 90^0$ und $\angle EFG = \alpha$ sein. Dann ist ersichtlich, dass, wenn $BE = 1$ gesetzt wird: $GE = \sin \beta$, $EF = \sin \beta \operatorname{cotg} \alpha = \operatorname{tg} EBF$. Für den oben definirten Richtungswinkel ergiebt sich alsdann: $ABD' + EBF = 90^0 + \gamma$. Da 90^0 constant bleibt, so können wir unsere Betrachtungen nunmehr blos auf γ beziehen. Für dieses gilt die Gleichung:

$$\operatorname{tg} \gamma = \sin \beta \operatorname{cotg} \alpha.$$

Da in diesem Ausdruck die Tangente des Richtungswinkels gleich einem Producte von sin und cotg ist, so ist klar, dass, wenn wir α bei einem gegebenen Instrumente constant und sehr klein haben, bei einem ganz kleinen Werthe für β, von unserer angegebenen ersten Stellung ausgehend, γ selbst noch immer relativ gross sein wird; ist dagegen α gross, so wird wohl selbst bei einer relativ grossen Drehung γ noch einen kleinen Werth behalten. Um die praktische Anwendung dieser Formel besser hervortreten zu lassen, sind in der folgenden Tabelle einige diesbezügliche Werthe zusammengestellt.

	$\alpha = —^0\,10'\,—''$	$\alpha = —^0\,30'\,—''$	$\alpha = 1^0\,—'\,—''$	$\alpha = 2^0\,—'\,—''$	$\alpha = 5^0\,—'\,—''$
β	γ	γ	γ	γ	γ
° ' "	° ' "	° ' "	° ' "	° ' "	° ' "
— — 1	— 5 44	— 1 55	— — 57	— — 29	— — 11
— — 30	2 51 45	— 57 17	— 28 39	— 14 19	— 5 43
— 1 —	5 42 38	1 54 33	— 57 17	— 28 38	— 11 26
— 2 —	11 18 36	3 48 50	1 54 32	— 57 16	— 22 52
— 3 —	16 41 57	5 42 38	2 51 44	1 25 53	— 34 17
— 5 —	26 33 54	9 27 44	4 45 47	2 23 6	— 57 9
— 10 —	45 — —	18 26 4	9 27 41	4 45 42	1 54 15
— 30 —	71 33 53	44 59 56	26 33 45	14 1 50	5 41 46
1 — —	80 32 14	63 26 —	44 59 44	26 33 16	11 16 53
10 — —	89 2 25	87 7 23	84 15 36	78 37 46	63 15 35
90 — —	89 50 —	89 30 —	89 — —	88 — —	85 — —

Die hier zusammengestellten Zahlen zeigen zunächst ganz klar, dass es immer am vortheilhaftesten ist, den Richtungswinkel in seinem Minimum zu wählen, d. h. auf der Krystallfläche diejenige Gerade zu der Grundplatte parallel zu stellen, welche zu der Krystallkante normal steht. Diese Richtung können wir sehr leicht erhalten, wenn der horizontale Durchmesser

des Limbus zu der leitenden Seitenfläche der Grundplatte parallel läuft. Ist die Goniometeraxe nur wenig geneigt — etwa weniger als 1° — dann werden wohl kleinere Abweichungen der Richtung des Fühlers nur sehr kleine Fehler verursachen; z. B. bei einer Neigung der Axe von nur 10′ können wir sogar den Fühler nach dem Augenmaasse mit freier Hand in der zur Kante normalen Richtung bewegen, da das Augenmaass bekanntlich in der Beurtheilung von Parallelismus und Normalität als ziemlich exact zu betrachten ist. Wie aus der Tabelle ersichtlich, entspricht in diesem Falle einer Abweichung von nahezu 3° eine Neigungsdifferenz von nur 30″. Dieser letztere Vortheil ist in praktischer Beziehung wohl von Wichtigkeit, und daher soll an einem zweckmässig construirten Fühlhebelgoniometer der horizontale Durchmesser des Limbus zu der leitenden Seitenfläche der Unterlage parallel oder wenigstens sehr nahe parallel laufen, und die Goniometeraxe jedenfalls eine kleinere Neigung als 1° zu der Grundplatte besitzen. Alsdann wird die Messung, welche so geschieht, dass man die Krystallkante mit Hülfe des Keiles möglichst genau justirt und nach einander an beiden Krystallflächen die zu der Kante normale Gerade mit der Grundplatte parallel einstellt, genügende Genauigkeit besitzen.

b.

Die Fehler, welche mit der Construction des Fühlhebelsystems verknüpft sind, stehen mit der Empfindlichkeit dieses letzteren im directen Zusammenhange. Die Empfindlichkeit muss während einer jeden Messung constant bleiben, und wir müssen die Grenzen derselben kennen. Was das erstere anbelangt, so ist es durch die Constanz der Entfernung der beiden Schneiden und durch die Einstellung des Fühlhebelsystems bedingt. Die einmal ausgeführte präcise Einstellung ist nun gewiss leicht constant zu erhalten, und ebenso ist, wie aus der Beschreibung des Apparates einleuchtet, durch die passende Construction des Fühlhebelrahmentheiles die Entfernung der beiden Schneiden für unsere Zwecke wohl constant anzunehmen.

Die Empfindlichkeitsgrenzen des Fühlhebels, während des mit einer Krystallfläche hergestellten Contactes, müssen jedoch bei einem jeden Instrument experimentell bestimmt werden. So war bei dem mir vorliegenden Apparate nach dem bewirkten Contacte noch ein sehr gut beobachtbarer Ausschlag des Zeigers wahrzunehmen, wenn das Fühlhebelsystem um 0,00125 mm gehoben oder gesenkt wurde. Nehmen wir diese Niveaudifferenz (d) als Empfindlichkeitsgrenze unseres Fühlhebels an, so wird bei dem Einstellen einer geraden Linie von der Länge l mit dem Fühler der mögliche Fehler (φ)

$$\sin \varphi = \frac{l}{d}.$$

Da bei einer jeden Messung zwei Flächen zur Einstellung gelangen müssen, so kann dieser Fehler — bei gleichem l — im Maximum 2φ, im Mittel $= \varphi$, im Minimum dagegen 0 sein. Die Fehlertabelle unseres Goniometers in dieser Beziehung wäre wie folgt:

d	l	$2\varphi(\pm)$	Beobachtet:
0,00125 mm	1 mm	—° 8′ 36″	—° 7′ 20″
- -	2 -	— 1 18	— 2 —
- -	3 -	— 2 52	— — —
- -	4 -	— 2 10	— 1 —
- -	5 -	— 1 44	— — 40
- -	10 -	— — 52	— — —

Die in der letzten Reihe aufgeführten Zahlen beziehen sich auf eine exact planparallele Glasplatte, an welcher die Neigung der Flächen, mit Benutzung der angegebenen Werthe von l, direct gemessen wurde; die Messung war bei einem jeden Werthe von l dreimal unabhängig wiederholt, und die hier mitgetheilten Differenzen von 180° entsprechen den Mittelwerthen.

Es ist nach diesen Daten klar, dass, wenn die zur Messung dienenden Krystallflächen vollkommen eben sind, die durch die Empfindlichkeitsgrenze des Fühlhebels hervorgerufenen Fehler bei einer durchschnittlichen Breite von 5 mm der Krystallflächen schon ziemlich zu vernachlässigen sind.

Wenn wir uns von diesen, in den vorigen Zeilen betrachteten wesentlichsten instrumentalen Fehlern zu denjenigen wenden, die in der Beschaffenheit der Krystallflächen liegen, so ist leicht einzusehen, dass dieselben die vorher erwähnten vielmals übertreffen, ja sogar unsere Messungsresultate ganz illusorisch machen können. Um so zuverlässigere Resultate werden wir naturgemäss erhalten, je mehr die benutzten Flächen, wenn auch matt, doch recht vollkommen eben sind. Ist dies letztere nicht der Fall, so müssen wir unsere bisher besprochenen Messungsmethoden zweckentsprechend etwas modificiren.

Es ist zunächst bei einer mehr oder minder granulirten oder lamellar aufgeschichteten Oberflächenbeschaffenheit die Sache der scharfen Kritik des Beobachters, zu beurtheilen, welche Stellen der Krystallfläche diejenigen sind, welche nicht nur am relativ ebensten, sondern ihrer Lage nach die richtigsten sind. In dieser Beziehung wird bekanntlich der Einfluss der unregelmässigen Störungen um so mehr verringert, an je mehr Stellen jedes einzelnen Krystalls und an je mehr Krystallen die Messungen ausgeführt werden. Die ermittelten Werthe müssen dann nach ihrem Gewichte zu einem Mittel vereinigt werden, dem die möglichen Fehlergrenzen, als das Maass der Genauigkeit des Mittelwerthes, hinzuzufügen sind. Wenn auch hier nicht auf einen jeden Fall der Unebenheit der Krystallflächen

einzugehen ist, so mag doch im Folgenden der allgemeine Gang der Messung in solchen Fällen kurz besprochen sein.

Es sollen nämlich diejenigen einigermassen ebenen, richtig und in einer Ebene liegenden Theile der Krystallflächen aufgesucht werden, deren Verbindungslinie eine zu der Kante normale Richtung bildet. Hierzu sind wohl am sichersten diejenigen Stellen auszuwählen, die, nahe an der Kante liegend, sich auf grössere ebene Strecken ausdehnen. Wenn die Granulirung z. B. an solchen Stellen so klein ist, dass der Fühler die Fläche fast unbehindert bestreichen kann, so ist die Messung auf die früher angegebene Art auszuführen. Wenn aber eine Bewegung des Fühlers an der Oberfläche durch Hervorragungen behindert ist, so soll blos ein einfaches Berühren — durch Senkung des Fühlhebelstativs hervorgebracht — an mehreren, dicht neben einander und in einer zu der Kante normalen Richtung gelegenen Punkten bewerkstelligt werden. Die Krystallfläche wird dann so lange umgedreht, bis der, durch den in gleicher Höhe gehaltenen Fühler in den einzelnen Punkten der Oberfläche hervorgerufene Ausschlag des Zeigers bis zu gewissen Grenzen an allen Stellen im Mittel derselbe ist.

Auf diese Art lässt sich gleichfalls eine Fehlertabelle zusammenstellen, wozu wiederum eine experimentelle Bestimmung derjenigen Niveaudifferenz nothwendig ist, welche dem Ausschlage des Zeigers entspricht.

Bei dem Instrumente, welches mir zur Verfügung stand, hat sich durch mehrfache directe Beobachtungen ergeben, dass die Bewegung des Zeigers vom zweiten bis zum zehnten Scalentheile einer Niveaudifferenz von 0,0125 mm entspricht, was sich auf die einzelnen Scalentheile nahezu durch einfache Division vertheilen lässt. Ist die Fläche so eingestellt, dass der auf die angegebene Weise hervorgerufene Ausschlag des Zeigers an allen Stellen derart gleichmässig ist, dass derselbe 1) zwischen den Grenzen von 2° bis 10° variirt — eine allerdings sehr rohe Einstellung —, oder 2) die Ausschlagsgrenzen 2°—6° oder 3) 2°—4° sind, so werden die hierdurch möglichen Fehlermaxima, berechnet wie vorher, die folgenden:

	$2\varphi\ (\pm)$		
l	d	d	d
	0,0125 mm	0,00625 mm	0,003125 mm
1 mm	1°25′ 56″	—°42′ 58″	—°21′ 30″
2 -	— 42 58	— 21 30	— 10 44
3 -	— 28 36	— 14 20	— 7 10
4 -	— 21 30	— 10 44	— 5 22
5 -	— 17 12	— 8 36	— 4 18
10 -	— 8 36	— 4 18	— 2 8

Es folgt daraus, dass bei solchen Messungen mit dem von mir benutzten Instrumente die zu untersuchende Strecke im Allgemeinen mindestens 5 mm betragen soll.

Dass die hier benutzten, experimentell bestimmten Zahlen — d. h. die Empfindlichkeitsgrenze des Fühlhebels, die dem Zeigerausschlage entsprechende Niveaudifferenz — sogar für ein und dasselbe Instrument durch verschiedene Ursachen variiren können, ist durchaus nicht ausgeschlossen. Dieselben müssen öfters neu bestimmt werden, was aber keine Schwierigkeiten darbietet und auch rasch zu bewerkstelligen ist.

Wenn wir zum Schlusse die entwickelten Messungsmethoden kurz zusammenstellen, so lassen sich dieselben in folgende Kategorien einordnen. 1) Messung mit Hülfe des Bestreichens und 2) mittelst Berührens mit dem Fühlhebel; das letztere kann wiederum je nach den Ausschlagsgrenzen des Zeigers weiter getheilt werden.

Bei der Anführung von Messungsresultaten wird dann die Benennung der Messungskategorie und der maximalen Fehlergrenze dasjenige Gewicht der Messung darstellen, nach welchen deren Güte zu beurtheilen ist.

Wie aus dem Vorhergehenden ersichtlich, kann das Fühlhebelgoniometer deshalb bei der Messung der spiegelungslosen Krystalle mit Vortheil benutzt werden, weil bei den bis zu einem gewissen Gerade messbaren Krystallen die Fehler der Resultate im Allgemeinen klein, und die Grenzen derselben angegeben werden können, insofern sie von dem Instrumente selbst abhängig sind.

Die von den Mineralogen vielfach angewendeten Methoden des Bedeckens mit dünnen Glasplättchen, des Ueberzuges mit Harz etc., lassen die Frage der Fehlergrenzen fast ganz ohne Antwort, weil die mit diesen erhaltenen Messungsresultate immer von Zufälligkeiten abhängig sind.

Das von Hirschwald (a. a. O.) vorgeschlagene Mikroskopgoniometer ist das einzige Instrument, mit welchem das Fühlhebelgoniometer verglichen werden kann.

Von den Bemerkungen, welche seinerzeit von L. Calderon (a. a. O.) in dem Referate über das Mikroskopgoniometer mitgetheilt worden sind, heben wir eine Sache, nämlich das Accommodationsvermögen des menschlichen Auges hervor, als eine wichtige, weil gar nicht eliminirbare und individuell veränderliche Fehlerquelle, deren Vorhandensein wohl von Herrn Hirschwald selbst anerkannt worden ist. Sein Einwurf, dass bei vollständigem Mangel einschlägiger Untersuchungen ein jeder Maassstab für die Beurtheilung der Grösse dieser Fehlerquelle fehlt, ist zwar zweifellos zutreffend, nichtsdestoweniger und gerade deswegen darf die Bedeutung derselben nicht ausser Art gelassen werden.

Die instrumentalen Fehlerquellen des Mikroskopgoniometers sind bisher gar nicht untersucht, ausgenommen den Einfluss der Grenze der genauen Bildeinstellung für das Sehorgan des Autors selbst. Herr Hirsch-

wald betrachtete sein Instrument einfach als einen Präcisionsapparat. Da es nun kaum einen einzigen, noch so präcise ausgeführten Apparat giebt, welcher in constructiver Beziehung als fehlerfrei zu betrachten wäre, so müssen auch bei einem jeden sogenannten Präcisionsinstrumente die instrumentalen Fehlerquellen nachgewiesen, die Fehlergrenzen ermittelt werden. Nur die Kenntniss derselben führt uns auf ein richtiges Urtheil über die erhaltenen Resultate. Bis die constructiven Fehlerquellen des Mikroskopgoniometers daher nicht näher untersucht sind, ist es gerechtfertigt zu sagen, dass die von Herrn Hirschwald mitgetheilten sogenannten theoretischen Fehlergrenzen sich nur auf das Auge des Autors selbst und zugleich auf ein ideales Instrument beziehen, aber nicht für einen jeden Beobachter und für das reelle Mikroskopgoniometer gelten, dessen Fehlerquellen keineswegs nur allein in den Grenzen der Einstellungsgenauigkeit des Bildes liegen.

Herr Hirschwald theilte zuletzt a. a. O. mit, dass durch die Construction eines sehr empfindlichen Linsensystems die maximale Fehlergrenze der Bildeinstellung auf 0,00125 mm zu stellen sei. Mit diesem Werthe giebt er nun auf dieselbe Weise, wie schon in seinen früheren Mittheilungen, nämlich durch die Formel $\operatorname{tg} \alpha = 2 \frac{u}{x}$ die »theoretische Fehlergrenze« des neuen Apparates an, wo u die soeben erwähnte Grenze und x die Breite der Krystallfläche bedeutet. Dies ist wohl unrichtig, denn es soll heissen: $\sin \alpha = 2 \frac{u}{x}$. Bei so kleinen Längen, wie diejenigen, um welche es sich hier handelt, wird allerdings praktisch $\sin \alpha = \operatorname{tg} \alpha$ sein, aber theoretisch doch nicht.

Von allen jenen oben erwähnten, obgleich erheblichen Umständen abgesehen, zeigt nun die einfache Vergleichung der von Herrn Hirschwald angegebenen Fehlergrenzen des Mikroskopgoniometers mit denjenigen des Fühlhebelgoniometers die Ueberlegenheit des letzteren. Die Vergleichung der beiden Apparate, der Messungsmethoden etc. zeigt schliesslich ganz klar, dass das in jeder Beziehung einfachere Fühlhebelgoniometer dem viel complicirteren Instrumente des Herrn Hirschwald wohl kaum nachstehen wird.

Unter den Fragen, deren Beantwortung durch das Fühlhebelgoniometer oder ihrem Zwecke nach ähnliche Instrumente bewerkstelligt werden kann, steht wohl in erster Linie die Ermittelung zuverlässigerer krystallographischer Resultate bei dem so wichtigen Orthoklas.

Die krystallographischen Constanten dieses Minerals beziehen sich, wie bekannt, blos auf gewisse klare, mit spiegelnden Flächen versehene Varietäten desselben (Adular, Sanidin), wogegen nur ganz vereinzelte, mehr

oder minder approximative Messungen vorliegen, welche an den viel mehr verbreiteten, im Allgemeinen mattflächigen, sogenannten gewöhnlichen Orthoklaskrystallen der Granite etc. erzielt worden sind.

Ich habe daher für die praktische Anwendung des Fühlhebelgoniometers zunächst Orthoklaskrystalle benutzt, um wenigstens an einigen Beispielen die Anwendbarkeit des Instrumentes zu zeigen und dadurch weiteren Untersuchungen auf diesem Gebiete vorzuarbeiten.

Der zuerst gemessene, ein dicksäulenförmiger, matter Orthoklaskrystall (Grosse Kryst.-Samml. min. Inst. Univ. Strassburg Nr. 2), stammt aus dem bekannten Granit des Fichtelgebirges. Nach der üblichen Stellung und Bezeichnung zeigt derselbe die Formen — nach dem Vorwalten der Ausbildung in abnehmender Reihenfolge geordnet: $P = 0P(001)$, $M = \infty\mathit{P}\!\!\!\!/\infty(010)$, $y = 2\mathit{P}\!\!\!\!/\infty(\bar{2}01)$, $T = \infty P(110)$, $z = \infty\mathit{P}\!\!\!\!/3(130)$, $o = P(\bar{1}11)$ und $n = 2\mathit{P}\!\!\!\!/\infty(021)$. Der Krystall hatte die Höhe von ungefähr $2\frac{1}{2}$ cm und die Seitenlänge von $1\frac{1}{2}$ cm und war von rectangulär prismatischem Habitus.

Die Substanz ist noch ziemlich frisch, die Ausbildung beinahe ungestört, da sich nur an einer Fläche von $0P$ eine unregelmässige Verwachsung mit einem kleineren Krystall befindet, welche aber ersichtlich kaum irgendwelche Störungen betreffs der Orientirung der Theile des grossen Krystalls bewirkt hat.

Die Beschaffenheit der Flächen der einzelnen Formen ist eine verschiedene, da P und M durch besonders dunkle Glimmer- und albitische Auflagerungen derart uneben sind, dass die Messungen blos an einigen Stellen ausgeführt werden können. Alle übrigen Flächen sind reiner, und y besitzt die ebenste Beschaffenheit.

Die genauere Prüfung der ganzen Oberfläche lehrte jedoch bald, dass die Unebenheiten sogar von y gross genug sind, um eine sogenannte Messung mittelst Bestreichens mit dem Fühlhebelgoniometer zu hindern. Ich habe daher die Berührungsmessungen ausgeführt, und um die Resultate mit möglichst grosser Annäherung an die richtigen Werthe zu erhalten, wurden alle messbaren Kanten an mehreren Stellen gemessen, für eine jede Kante das Mittel genommen, und die entsprechenden Kantenneigungen gleichfalls nach ihrer Güte zu einem einzigen Werthe zusammengezogen.

Es mag vielleicht nicht überflüssig sein, wenn hier ein derart ermittelter Werth für eine Neigung wenigstens einmal im Detail aufgeführt wird, welches dann in anderen Fällen keine Erwähnung mehr finden soll.

Die Kante $P : n = 001 : 021$ wurde demgemäss möglichst gut justirt und die durchschnittliche Breite der für den Fühler zugänglichen Strecken an beiden Flächen im Mittel zu 1 mm bestimmt; da die Genauigkeit der Einstellung durchschnittlich auf 2^0 Ausschlag des Zeigers gebracht werden

konnte, so kann die hierdurch gegebene, rein instrumentale Fehlergrenze der Messungen im Maximum = 21′ 30″ angenommen werden.

Die Messung wurde an fünf verschiedenen, nach dem Augenschein richtig gelegenen Stellen auf die im ersten Theile dieses Aufsatzes ausführlich besprochene Art und Weise, mit den folgenden Resultaten ausgeführt:

P(001)	:	*n*(021)		
285° 34′	—	241° 47′	=	43° 47′
287 27	—	241 15	=	46 12
284 40	—	241 53	=	42 47
285 30	—	241 33	=	43 57
286 58	—	241 29	=	45 29
		Mittel	=	44 26

Ein Blick auf die mitgetheilten directen Ablesungen zeigt sofort, dass *P* bei den an verschiedenen Stellen unabhängig wiederholten Einstellungen die grössten Schwankungen seiner Lage zeigte, wofür der Grund wohl in der schon erwähnten, relativ sehr unebenen Beschaffenheit desselben anzunehmen ist.

Mit den ganz gleichen Bedingungen konnte ich die Messungen an der entsprechenden zweiten Kante, wie folgt, ausführen:

n′(0$\bar{2}$1)	:	*P*(001)		
249° 26′	—	205° 36′	=	43° 50′
249 58	—	205 33	=	44 25
249 46	—	204 41	=	45 5
248 48	—	204 31	=	44 17
249 34	—	204 20	=	45 14
		Mittel	=	44 34

Wenn wir nun von diesen beiden Mittelwerthen den Durchschnitt, 44° 30′, bilden, so wird dieser wohl innerhalb der angegebenen Fehlergrenzen den wahrscheinlichsten Werth der gemessenen Kante darstellen, da die durch die Oberflächenbeschaffenheit verursachten Fehler bei der vorliegenden Anzahl einzelner Messungen einander schon ziemlich vollständig aufgehoben haben, wie die einfache Vergleichung der beiden Mittelwerthe sofort zeigt.

Da hiernach bei diesem, wie auch bei den zwei anderen von mir untersuchten Orthoklaskrystallen als die beträchtlichste Fehlerquelle wohl die Oberflächenbeschaffenheit zu betrachten war, so habe ich in den folgenden Zusammenstellungen in einer mit *n* überschriebenen Spalte die Anzahl der gemessenen Kanten und in einer anderen, mit *m* bezeichneten die Summe der ausgeführten unabhängigen einzelnen Messungen, als ein Maass für die Beurtheilung der Resultate, aufgeführt.

Die auf diese Art erhaltenen Werthe an dem Orthoklaskrystalle vom Fichtelgebirge sind die folgenden:

	Beobachtet:	Berechnet:	Diff. (±):	n	m
$T_3 : y = \bar{1}10 : \bar{2}01$	= *45° 1′	—	—	2	10
$o : y = \bar{1}11 : \bar{2}01$	*39 26	—	—	4	9
$M : z = 010 : 130$	*29 53	—	—	4	15
$z_3 : y = \bar{1}30 : \bar{2}01$	66 12	65° 58′	0° 14′	3	7
$z : T = 130 : 110$	30 17	30 0	0 17	4	13
$P : n = 001 : 021$	44 30	44 51	0 21	2	10
$n : o = 021 : \bar{1}11$	43 43	44 23	0 40	1	3

Für alle hier aufgeführten Messungen ist die instrumentale Fehlergrenze im Mittel auf 30′ zu stellen und dementsprechend, mit Bezugnahme auf die Oberflächenbeschaffenheit und die Zahl der Messungen, zeigen die Controlwinkel eine genügende Uebereinstimmung. Die aus den hier aufgeführten Werthen berechneten wahrscheinlichsten Elemente sind für diesen Krystall daher:

$$a : b : c = 0,648 : 1 : 0,556$$
$$\beta = 63^\circ\, 32'.$$

Der untersuchte zweite, gleichfalls mattflächige Orthoklaskrystall (Kryst. Uebungs-Samml. Min. Institut Universität Strassburg) stammt von Predazzo, ist röthlich gefärbt und nicht mehr frisch, während seine Flächen gleichmässiger eben sind, als bei dem vorher erwähnten. Der Krystall zeigt den dicktafelförmigen Typus durch Vorwalten von M und ist ein ziemlich symmetrisch ausgebildeter rechter Karlsbader Zwilling; er ist nach der verticalen Axe ungefähr 3 cm lang, $1\frac{1}{2}$ cm breit, 9 mm dick und von den folgenden Formen gebildet: M, P, T, y, o, z und n; in deutlichen Rudimenten war noch ferner $x = \bar{P}\infty(\bar{1}01)$ zu beobachten. Die ausgeführten Berührungsmessungen waren mit einem Fehlermaximum von 30′ im Mittel behaftet und die Resultate sind die folgenden:

	Beobachtet:	Berechnet:	Diff. (±):	n	m
$M : z = 010 : 130$	= *29° 35′	—	—	4	19
$P : T = 001 : 110$	*67 20	—	—	1	5
$M : o = 010 : \bar{1}11$	*63 14	—	—	1	2
$T : z = 110 : 130$	29 54	30° 0′	0° 6′	4	15
$M : n = 010 : 021$	45 9	45 26	0 17	1	3
$y : z_3 = \bar{2}01 : \bar{1}30$	66 26	66 27	0 1	1	3
$T_3 : y = \bar{1}10 : \bar{2}01$	44 30	45 45	1 15	1	3

Zu diesen Werthen muss bemerkt werden, dass die Endflächen dieses Krystalls derart beschädigt und überwachsen waren, dass die Messung von y überhaupt auf eine ganz kleine Strecke beschränkt war, woraus sich die letzte, erheblich grosse Differenz erklärt. Die Messung von $P : T$ konnte

nur an einer künstlich hergestellten Spaltungsfläche von P bewerkstelligt werden. Die Elemente dieses Krystalles wären daher:

$$a : b : c = 0,656 : 1 : 0,551$$
$$\beta = 63^0\ 27'.$$

Von den Zwillingswinkeln konnten nur die Neigungen der Prismen T gemessen werden und diese ergaben:

	Beobachtet:	Berechnet:	Diff. (±):	n	m
$\underline{T}_3 : T =$	60⁰ 40′	60⁰ 50′	0⁰ 10′	1	4

Der dritte Krystall, welchen ich zu untersuchen Gelegenheit hatte, stammt aus dem Riesengebirge, und ist mir durch die Gefälligkeit des Herrn F. Klockmann zugänglich gewesen (s. diese Zeitschr. **6**, 493). Derselbe ist dicksäulenförmig, besitzt die Länge von nahezu $2\frac{1}{2}$ cm und ist ca. $1\frac{1}{2}$ cm breit; die Farbe ist graulichweiss und die Substanz wohl noch frisch; er zeigt die Formen P, M, T, y, o, n und z. Die Flächen sind mehrfach mit Gesteinsüberresten und dergleichen bedeckt, was die Messung verhältnissmässig erschwerte. Gemessen wurde:

	Beobachtet:	Berechnet:	Diff. (±):	n	m
$M : z = 010 : 130 =$	*29⁰ 9′	—	—	3	6
$T_3 : y = \bar{1}10 : \bar{2}01$	*45 24	—	—	3	8
$o : y = \bar{1}11 : \bar{2}01$	*39 43	—	—	4	12
$M : T = 010 : 110$	59 29	59⁰ 8′	0⁰21′	1	3
$o : n = \bar{1}11 : 021$	43 39	44 5	0 26	1	3
$P : o = 001 : \bar{1}11$	55 40	56 11	0 31	1	3
$P : y = 001 : \bar{2}01$	80 34	81 6	0 32	1	3
$T : z = 110 : 130$	30 57	29 59	0 58	1	3
$P : n = 001 : 021$	44 46	45 45	0 59	2	6

Die Elemente wären:

$$a : b : c = 0,666 : 1 : 0,572$$
$$\beta = 63^0\ 47'.$$

Wie ersichtlich, zeigen bei diesem Krystalle, wo die instrumentale Fehlergrenze der Messungen im Mittel auf 30′ zu setzen ist, die zwei zuletzt aufgeführten Neigungen fast einen Grad Differenz; die Ursache hierfür muss in diesem Falle nicht nur in der relativ kleineren Ausdehnung der Flächen von n und z, sondern auch in der schon erwähnten Beschaffenheit derselben gesucht werden.

Wenn wir nun die hier mitgetheilten Resultate der Messung der untersuchten Orthoklaskrystalle zunächst mit einander vergleichen wollen, so müssen wir von vornherein in Betracht ziehen, dass eigentlich nur diejenigen Werthe für die Vergleichung zulässig sind, welche mit der grössten Wahrscheinlichkeit als die besten zu gelten haben. Diese sind die Neigungen

der Flächen der Prismenzone, welche in den vorliegenden Fällen die grösste Anzahl der Messungen zugelassen haben und ausserdem die relativ bestausgebildeten Flächen darstellten. Die Vergleichung des stumpfen Prismenwinkels zeigt alsdann, dass diese Neigungen ausserhalb der angegebenen und der als wahrscheinlich zu betrachtenden Fehlergrenzen von einander differiren.

	Berechnet:		*n*	*m*	
$T : T' = 110 : 1\bar{1}0 =$	60° 14′	Fichtelgebirge	4	15	(f. d. betr. Grundwerthe)
	60 50	Predazzo	4	19	
	61 44	Riesengebirge	3	6	

Wenn wir ferner die der Zuverlässigkeit nach den Prismenwinkeln am nächsten stehenden Werthe vergleichen, so ergiebt sich:

	Beobachtet:	*n*	*m*	
$T_3 : y = \bar{1}10 : \bar{2}01 =$	45° 1′	2	10	Fichtelgebirge
	45 24	3	8	Riesengebirge
	44 30	1	3	Predazzo

Es ist ersichtlich, dass hier — wenn wir von dem letzten Werthe absehen, welcher, wie gezeigt wurde, von den durch die Oberflächenbeschaffenheit bedingten Fehlern allzu stark beeinflusst ist — Abweichungen von viel kleinerem Betrage zum Vorschein kommen.

Aus diesen beiden Erfahrungen lässt sich schliessen, dass die untersuchten Orthoklaskrystalle in goniometrischer Beziehung ähnliche Verschiedenheiten zeigen, wie sie bei den spiegelnden Krystallen des Sanidin (Laach, Vesuv), Adular (Tyrol) und Feldspath (Elba) schon längst beobachtet worden sind. Bei diesen letztgenannten Krystallen ist die Thatsache bekannt, dass bei steigendem Natriumgehalt die Axe *a* kürzer, d. h. der Prismenwinkel vorn stumpfer wird. Ob dasselbe bei den matten gewöhnlichen Orthoklaskrystallen auch in diesem Sinne der Fall sei, bleibt allerdings durch weitere, zahlreichere krystallographisch-chemische Untersuchungen zu entscheiden, bei welchen, wie hier zu zeigen versucht worden ist, das Fühlhebelgoniometer ausgezeichnete Dienste zu leisten vermag.

Da, wie aus den mitgetheilten Messungen ersichtlich, die Winkel der gewöhnlichen Orthoklaskrystalle ebenfalls variable Werthe besitzen, wofür der Grund am natürlichsten in der wechselnden chemischen Zusammensetzung zu suchen ist, so leuchtet ein, dass, wenn man die diese Krystalle betreffenden noch offenen Fragen aufklären will, in erster Linie die Feststellung der krystallographischen Elemente der bezüglichen Exemplare unbedingt nothwendig ist.

Zu diesen Fragen gehören z. B. die bei manchen matten Karlsbader Zwillingen mehrfach beobachtete scheinbare Coincidenz von *P* und $\underline{x}$ resp. $\underline{P}$ und *x*, ferner diejenige, ob *n* die gerade Abstumpfung der Kante *P* : *M*

bildet und die hiermit verknüpften Consequenzen für die Manebacher Zwillinge etc. Ich habe mich selbst mit diesen Fragen eingehend beschäftigt, und mehrere Krystalle gemessen, sowohl aus dem vorzüglichen Material der Strassburger Universitäts-Mineraliensammlung, als auch solche, welche mir durch die besondere Gefälligkeit der Herren Prof. Weiss in Berlin, Prof. Dr. Haushofer in München und Dr. F. Klockmann in Schwerin zugänglich gemacht worden waren, habe aber alsbald die Erfahrung gemacht, dass eine derartige Untersuchung ein ausserordentlich reiches Material erfordert, da nur sehr wenige Krystalle sich so beschaffen zeigten, dass überzeugende Schlüsse aus ihrer Messung zu erzielen waren. Ausserdem erfordert die auch nur theilweise Erledigung jener Fragen nicht nur eine grosse Anzahl der immerhin recht zeitraubenden Messungen, sondern auch mehrfache Untersuchungen anderer Art, so dass ich dieselbe für eine besondere zweite Arbeit aufgeschoben habe.

Wie aber überhaupt die Beurtheilung der oben erwähnten Erscheinungen ohne die Feststellung der krystallographischen Elemente der fraglichen Krystalle gelegentlich zu ganz irrigen Schlüssen führen kann, soll noch hier gezeigt werden.

Herr Hirschwald beschäftigte sich (Neues Jahrb. für Min. 1879, S. 540) mit Hülfe des von ihm entworfenen Mikroskopgoniometers ebenfalls mit einigen der obigen Fragen. Wie im ersten Theile dieser Arbeit schon hervorgehoben wurde, sind aber diejenigen Fehlergrenzen, welche der Verfasser angiebt, nur aus einem kleinen Theile der vorhandenen sämmtlichen Fehlerquellen geschöpft, daher die von ihm erhaltenen Messungsresultate nicht genügend auf den Grad ihrer Zuverlässigkeit geprüft sind. Namentlich ist, wie ich bei meinen Messungen besonders hervorzuheben genöthigt war, die Oberflächenbeschaffenheit der Krystalle ein so wichtiger Factor, dass dessen Einfluss besonders betrachtet werden muss. Bei dem Mikroskopgoniometer ist dies um so mehr der Fall, weil ja bekanntlich bei einer uneben beschaffenen Krystallfläche die Tangentialebene — auf welche doch die mikroskopische Einstellung wesentlich geschieht — eine ganz bedeutungslose Fläche darstellen kann. Wenn auch dieser Punkt Herrn Hirschwald nicht entgangen ist (vergl. S. 543 l. c.), so scheint derselbe jedoch bei ihm eine ganz andere Deutung erfahren zu haben.

Von allen diesem abgesehen, kommt Herr Hirschwald bei den von ihm untersuchten Karlsbader Zwillingen zu dem Schlusse, dass die Krystalle des Feldspaths ein bemerkenswerthes »Assimilationsvermögen« besitzen.

Zu diesem Schlusse kommt der Herr Verfasser dadurch, dass er die von ihm an den Krystallen aus dem Hirschberger Thale, von Holmsbo, von Berg Milnitza (Mursinska Plateau) etc. gemessenen Neigungen mit den »Normalwinkeln« des Adulars vergleicht. Er spricht von einer gesetzmässigen Lage

der Flächen PP', weil die Neigung von $P:x$ und $P:T$ an dem Krystall Nr. II. vom Hirschberger Thale (S. 541) mit dem »Normalwinkel« des Adulars stimmt, und folgert aus seinen Messungen das Einebnen der Flächen x, x' mit P', resp. P.

Da aber die chemische Zusammensetzung der Orthoklaskrystalle von den genannten Fundorten gar nicht mit derjenigen des Adulars verglichen worden ist, so entbehren die als »Normalwinkel« betrachteten Werthe für die Vergleichung derjenigen Bedeutung, welche gerade Herr Hirschwald denselben zuschreibt. Ebenso wenig sind von ihm die Elemente für die erwähnten Krystalle bestimmt worden, und somit fehlt jeder sichere Grund zu den angeführten Betrachtungen.

Herr Hirschwald giebt auf S. 540 l. c. unter anderem die folgenden gemessenen Neigungen (mit einem Fehlermaximum von 3,'5), erhalten an dem Krystall Nr. I. aus dem Hirschberger Thale, an:

$P:M = 89^0\ 6'$ (Normalenwinkel)
$P:T = 67\ \ 4$
$P:l\ = 68\ \ 6$

Dieselben betrachtet er als nicht normale und fügt hinzu, dass die Endflächen Flächen doppelter Krümmung darstellen.

Diese Winkel zeigen aber entweder eine Abweichung vom monosymmetrischen Systeme im Sinne des asymmetrischen, oder den erheblichen Einfluss der Beobachtungsfehler. Trotz der grossen Differenz bei einem Fehlermaximum von 3,'5 unterlässt es der Verf., auf diese beiden Deutungen weiter einzugehen, sondern sagt, »dass die Endflächen das Bestreben zeigen, sich an der Zwillingsgrenze selbst dann einzuebnen, wenn ihre Neigung zu den Flächen der Prismenzone dies nicht voraussetzen lässt«.

Sollte aber ein wirkliches Anpassen von P und $\underline{x}$ resp. $\underline{P}$ und x vorhanden sein, so könnte dies am Einfachsten nur durch eine Drehung der genannten Flächen um die Symmetrieaxe geschehen, wogegen die »doppelten Krümmungen« viel eher durch eine gestörte Oberflächenbeschaffenheit bedingt sein können, als dass sie ein »Anpassen« darstellen.

II. Mineralogische Mittheilungen.

(Neue Folge.)

Von

G. vom Rath in Bonn.

(Hierzu Taf. I.)

---

16. Ein Beitrag zur Kenntniss der Krystallform des Miargyrits[1].

Als ich eine ausgezeichnete Miargyrit-Stufe der früheren Krantz'schen Sammlung, jetzt vereinigt mit dem mineralogischen Museum hiesiger Universität, genauer betrachtete, und die Flächen zunächst auf Grund der Angaben in den rühmlichst bekannten Lehrbüchern zu bestimmen suchte, stiess ich auf einige Schwierigkeiten, welche auch durch ein Zurückgehen auf die betreffenden Originalarbeiten nur mit vielem Zeitaufwand überwunden wurden. In der Hoffnung, denjenigen Fachgenossen, welche sich die Entzifferung von Miargyrit-Krystallen zur Aufgabe stellen, vielleicht entgegenzukommen und das Verständniss eines der reichsten und merkwürdigsten monoklinen Systeme in etwas zu erleichtern, wage ich die Veröffentlichung vorliegender Mittheilung, obgleich dieselbe sich nur auf die Untersuchung einiger Stufen einer einzigen Oertlichkeit, Bräunsdorf bei Freiberg, stützt. Es könnte vielleicht, da die Messungen Friedländer's (s. Groth, die Mineraliensammlung der Kaiser-Wilhelms-Universität 1878,

---

1) Eine vorläufige Mittheilung über Miargyrit wurde bereits von mir in der Sitzung der niederrhein. Gesellsch. für Natur- und Heilk. am 9. Januar 1882 vorgelegt. Damals hielt ich die Hemipyramide $-3P\frac{3}{2}$ (231) für neu, während sie identisch ist mit der bereits von Weisbach an den Krystallen von Parenos in Mexiko beobachteten Form ξ. Auch blieb mir damals das Prisma $\infty P3$ unbekannt. Beide Irrthümer finden in gegenwärtiger Arbeit ihre Berichtigung. Der kleine Krystall, an welchem die den Berechnungen zu Grunde liegenden Fundamentalmessungen ausgeführt wurden, lag mir gleichfalls noch nicht vor. — Die »vier Figuren«, deren das Referat über unsere Sitzungsberichte im Neuen Jahrb. 1883, 1, 175 erwähnt, erschienen nicht in jenen Berichten, sondern wurden nur als Probeblatt einzelnen Separatabdrücken beigefügt.

S. 59) mit den durch Weisbach in seiner ersten dem Miargyrit gewidmeten Arbeit (Poggend. Annalen **125**, 441, 1865) aus den Naumannschen Messungen berechneten Werthen eine so befriedigende Uebereinstimmung zeigen, überflüssig erscheinen, dass ich einer Uebersicht aller bekannten und einiger neuer Flächen auch eine neue Berechnung der Axenelemente und sämmtlicher Formen beigefügt habe. Es leitete mich dabei eine besondere Rücksicht. Nachdem ich vergeblich die etwas grösseren Krystalle genauer zu messen versucht hatte, fand ich ein sehr kleines (circa $\frac{1}{2}$ mm) Kryställchen, welches unter seinen zahlreichen Flächen mehrere von trefflicher Ausbildung besass. Die Flächen $g(\infty P)$ und $s(P\frac{3}{2})$ erlaubten namentlich befriedigende Messungen, während sämmtliche der Orthoaxe parallele Flächen weniger reine und scharfe Reflexe gaben, und $b(\infty P \infty)$ matt ist. Ich strebte demnach dahin, als Fundamentalwinkel diejenigen der Flächen g und ss' zu benutzen und die Pinakoide, sowie sämmtliche der Orthoaxe parallelen Flächen bei der Berechnung der Axenelemente auszuschliessen. Ohne für die von mir ermittelten Werthe eine grössere Genauigkeit als für die von Naumann, Miller, Weisbach und Friedländer ermittelten und angenommenen Elemente beanspruchen zu wollen, wird die vorliegende neue Berechnung zum Vergleiche mit den früheren, welche Kantenwinkel der orthodiagonalen Zone benutzten, vielleicht nicht ganz überflüssig erscheinen, — um so weniger, da nach den Angaben Weisbach's in seiner zweiten, unserem Mineral gewidmeten Arbeit (Beitrag zur Kenntniss des Miargyrits; diese Zeitschr. **2**, 55, 1877) der Miargyrit schwankende Kantenwinkel besitzt.

Die Kenntniss des Miargyritsystems und der mannigfachen Combinationen verdanken wir, nachdem Mohs den allgemeinen krystallographischen Charakter und die physikalischen Eigenschaften, H. Rose die chemische Zusammensetzung erforscht, vorzugsweise Naumann[1]), Miller[2]), Weisbach[3]) und Friedländer[4]). Naumann wählte als Basis (bei ihm als a bezeichnet) unsere Fläche $c(0P)$, als vordere, negative Hemipyramide $(-P)$ die Flächen d (in unserer Bezeichnung $\frac{1}{2}P$), während g (unser ∞P) das Zeichen $\frac{1}{2}P$ erhält und r (unser $P\infty$) Orthopinakoid ist. Unter dieser Voraussetzung berechnete Naumann aus seinen Messungen die Axenelemente $a : b : c = 1 : 0,9977 : 2,91$; β (Winkel $0P : \infty P \infty$) $= 81^{0} 36'$, »wofür man jedoch, so fügt er hinzu, in Erwägung, dass unsere Messungen blosse Annäherungen sind, zur Erleichterung der Rechnung $1 : 1 : 2,91$ setzen kann«. Dem wenig umfangreichen, doch gleich allen

1) »Ueber die Krystallformen des Miargyrits«, Poggend. Annalen **17**, 142, 1829.

2) An elementary Introduction to Mineralogy by the late William Phillips, 1852.

3) Beitrag zur Kenntniss des Miargyrits, Poggend. Annalen **125**, 441, 1865, und diese Zeitschrift **2**, 55, 1877.

4) Die Mineraliensammlung der Kaiser-Wilhelms-Universität von P. Groth, 1878.

seinen Arbeiten meisterhaften Aufsatze Naumann's sind vier treffliche Figuren der Krystallcombinationen, deren »ganz eigenthümlicher Habitus« hervorgehoben wird, beigefügt. — Miller behielt in seinem ausgezeichneten Werke die Naumann'sche Auffassung der Krystalle in der Weise bei, dass die Pinakoide ihre Bedeutung behalten, während *t* (eine von ihm neubeobachtete Fläche, unser $\frac{3}{2}\not{P}3$) die Axen als (111) bestimmt. Durch Miller's Forschung wurde die Kenntniss des Miargyrits um eine Anzahl neuer Flächen vermehrt, welche in die Zone von *t* zur Basis fallen. Diese Flächen müssen sehr selten sein, denn sie sind seitdem nicht wieder beobachtet worden. Wie bereits Weisbach nachgewiesen, sind drei der wichtigsten Kantenwinkel in Miller's Tabelle, welche aus Naumann's Messungen herübergenommen wurden, verwechselt, indem nämlich Miller den durch Naumann mit *a* (Basis) und mit *b* (Orthopinakoid) bezeichneten Flächen die Buchstaben *c*(001) und *a*(100) beilegte, ohne dieser Vertauschung bei der Aufnahme der Naumann'schen Winkel Rechnung zu tragen. — Weisbach änderte die Aufstellung der Krystalle mit besonderem Hinweis darauf, dass »bei der Naumann'schen Stellung keine einzige der am Miargyrit bekannten Krystallgestalten zu einer prismatischen wird«. Indess ist diese Bemerkung nur insoweit zutreffend, als es sich um gewöhnlichere Flächen handelt: — denn die Miller'schen Formen *v* (*P*) und *m* (unser *M*, $3\not{P}3$) sind in der Naumann-Miller'schen Aufstellung in der That Prismen 110 und 310. Bei Weisbach besitzt *m* die Formel $\not{P}\frac{1}{3}$, $v = P$ (Pogg. Ann. **125**, 441). Zufolge der durch Weisbach eingeführten neuen Orientirung wird *g* (Naumann's $\frac{1}{3}P$; Miller's $\bar{3}13$) zum verticalen Prisma (∞P), während die Naumann'sche Basis beibehalten wurde. Es ergiebt sich daraus eine sehr bedeutende Axenschiefe, indem die Basis zur Kante $g : g$ circa $48\frac{1}{4}^0$ geneigt ist. Auch liegen zufolge dieser Axenwahl fast sämmtliche Hemipyramiden auf ein und derselben, der hinteren Seite. Trotz dieser Anomalie, welche einen Vergleich der Formeln der Miargyritflächen mit denen anderer monokliner Systeme nicht eben erleichtert, glaubte ich sowohl an der Orientirung wie an der Grundform Weisbach's, welche auch durch Groth und Friedländer angenommen wurden, festhalten zu müssen. Diese Grundform, resp. die positive Hemipyramide *P*, ist die von Miller und bisher nur von ihm beobachtete, bereits oben genannte Form *v*. — Weisbach bezieht sämmtliche Hemipyramiden auf die Einheit der Klinoaxe, so dass z. B. $\frac{3}{2}\not{P}3$ (*t*) bei ihm mit der Formel $\frac{1}{2}\not{P}\frac{1}{3}$ erscheint, was namentlich das Verständniss der ersten Arbeit (Pogg. Ann.) nicht erleichtert. Bei der Umwandlung und Aufnahme des Miller'schen Flächenzeichens *f* 511 (durch Weisbach mit *F* vertauscht, da »*f*« bereits vergeben) haben sich einige leicht erklärliche Irrungen eingeschlichen, welche zum Theil in der zweiten Arbeit (diese Zeitschr.) ihre Berichtigung gefunden haben. Dreimal ist *F* mit $\frac{5}{6}\not{P}\frac{5}{2}$, einmal mit $\frac{5}{6}\not{P}2$ wiedergegeben,

während es heissen müsste $\frac{8}{6}P\frac{8}{3}$. — Friedländer, unter Groth's Leitung arbeitend, hat die Kenntniss des Miargyrits durch die Entdeckung mehrerer neuer Flächen und durch genaue Messungen bereichert.

Da die Deutung der Combinationsgestalten unseres Minerals durch die charakteristische Streifung der Flächen sehr erleichtert wird, so möge es gestattet sein, unter Hinweis auf die ausführlicheren Angaben Weisbach's (Pogg. Ann. **125**, 453), die Flächensculptur, insofern sie die Orientirung erleichtert, hier zu erwähnen. Die Basis c ist horizontal gestreift; das Orthopinakoid a trägt meist eine Riefung, bedingt durch Flächenoscillation oder durch Parallelverwachsung. Das Hemidoma r ($P\infty$) ist immer stark gestreift parallel den beiden Kanten $r : d$ ($\frac{3}{4}P$); gewöhnlich tritt noch eine dritte Streifung parallel der Orthoaxe hinzu. Diese Sculptur ähnelt einer Anwachsstreifung, welche die Umrandung der Fläche durch c, d, d' bis in die Mitte von r wiederholt (s. Taf. I, Fig. 2). Das Klinopinakoid (b) ist stets matt, doch mit glänzenden Streifen versehen, welche der Kante mit t ($\frac{1}{3}P3$) parallel gehen und auch zugleich mit dieser Fläche reflectiren. Diese Streifen auf b haben eine gewisse Aehnlichkeit mit denjenigen der triklinen Feldspathe auf dem Brachypinakoid; indem sie bald dicht gedrängt, bald mehr vereinzelt auftreten. Auf diese Analogie hin hegte ich die Vermuthung, der Miargyrit möchte dem triklinen Systeme angehören und einen polysynthetischen Bau besitzen. Nachdem indess die darauf gerichtete Untersuchung sich erfolgreich nicht erwiesen, halte ich die Streifung auf b für eine blosse Oscillationserscheinung. Der oben erwähnte kleine Krystall, eine Combination von: $d = \frac{3}{4}P(\bar{3}34)$, $i = \frac{3}{2}P(\bar{3}32)$, $\varepsilon = \frac{6}{7}P\frac{6}{5}(\bar{5}67)$, $s = P\frac{3}{2}(\bar{2}33)$, $k = \frac{6}{5}P\frac{3}{2}(\bar{4}65)$, $\varphi = \frac{4}{5}P\frac{4}{3}(\bar{4}35)$, $\eta = \frac{6}{7}P2(\bar{6}37)$, $\omega = \frac{8}{9}P\frac{8}{3}(\bar{8}39)$, $g = \infty P(110)$, $p = \infty P2(210)$, $\vartheta = \infty P\frac{7}{2}(270)$, $r = P\infty(\bar{1}01)$, $a = \infty P\infty$ (100), $b = \infty P\infty(010)$, $c = 0P(001)$, gestattete folgende Fundamentalmessungen (s. Taf. I, Fig. 2):

$$s : s' = 77^0\ 4', \quad g : s = 69^0\ 54', \quad g : s' = 53^0\ 33',$$

woraus die Axenelemente:

$$a : b : c = 1{,}00522 : 1 : 1{,}29727$$
$$\beta = 48^0\ 9'\ 31''.$$

Folgende Andeutung über den Weg der Rechnung dürfte hier eine Stelle finden. Die angegebenen Messungen ermöglichen zunächst eine vollständige Berechnung des monosymmetrischen Oktaids $gg'ss'$. Um den Winkel β (die Bedeutung von s als $P\frac{3}{2}$, sowie von g als ∞P selbstverständlich vorausgesetzt) zu finden, denkt man sich zunächst eine Ebene durch die Combinationskanten $g : s$ und $g' : s'$ (Fig. 1 a) gelegt. Die Neigung dieser Ebene, der die Formel $\frac{5}{3}P\infty(\bar{5}03)$ zukommt, zur Verticalaxe (Kante $g : g'$) berechnet sich $= 26^0\ 39'\ 35''$, die Neigung der klinodiagonalen Polkante $s : s'$ zur Verticalaxe $= 75^0\ 27'\ 16''$. Aus diesen beiden Winkeln folgt dann,

unter Berücksichtigung der betreffenden Axenschnitte, die Axenschiefe β und folgeweise die anderen Elemente. — Zum Vergleiche mögen hier eine Stelle finden die durch Weisbach 1865 auf Grund von Naumann's Messungen ($a : c = 48^{0}\,14'$; $c : r = 81^{0}\,36'$; $c : d = 70^{0}\,44'$) berechneten Elemente, sowie die aus neueren Messungen durch ihn abgeleiteten (1877), endlich die durch Friedländer auf seine Messungen $a : \chi(\infty\not{P}\frac{3}{2}) = 48^{0}\,13'$; $c : \chi' = 116^{0}\,40'$; $c : \sigma(3\not{P}\frac{3}{2}) = 101^{0}\,48'$ (s. a. a. O. S. 59) gegründeten Axenverhältnisse.

Weisbach 1865: $a : b : c = 1{,}0009 : 1 : 1{,}2895$; $\beta = 48^{0}\,14'$
Weisbach 1877: $= 1{,}0136 : 1 : 1{,}3026$; $\beta = 48\;\;38$
Friedländer 1877: $= 1{,}0008 : 1 : 1{,}2967$; $\beta = 48\;\;13$.

Die untenstehende Tabelle vereinigt sämmtliche bekannten Flächen des Miargyrits. Den 32 Hemipyramiden folgen die 2 Klinodomen, diesen die 6 Hemidomen, denen sich die 7 Prismen und die 3 Pinakoide anreihen. Unter den Hemipyramiden stehen voran die 3 Protopyramiden, denen die 21 Klino- und die 8 Orthopyramiden folgen. Ueber dem spitzen Axenwinkel liegen (positive Formen) 28 Hemipyramiden und 5 Hemidomen. Die in Klammern beigefügten Initialen bezeichnen die Beobachter (Naumann, Miller, Weisbach, Friedländer), der zuerst, resp. alleinstehende Name deutet den Entdecker der betreffenden Fläche an. Es ist dadurch zugleich ein Anhalt in Betreff der Häufigkeit des Auftretens der Flächen gegeben. Den von mir wahrgenommenen Formen habe ich ein R. beigefügt. Ein Asterisk deutet die in den Figuren (Taf. I, Fig. 1, 1 *a*, 1 *b*, 2) dargestellten Formen an.

(*)$d = \frac{3}{4}P(\bar{3}34)$ (N., M., W., F., R.)
$v = P(\bar{1}11)$ (M.)
$i = \frac{3}{2}P(\bar{3}32)$ (F., R).
$\varepsilon = \frac{6}{7}\not{P}\frac{6}{5}(\bar{5}67)$ (R.)
$z = \frac{9}{8}\not{P}\frac{9}{7}(\bar{7}98)$ (M.)
E[1]) $= \frac{3}{4}\not{P}\frac{3}{2}(\bar{2}34)$ (M.)
(*)$s = \not{P}\frac{3}{2}(\bar{2}33)$ (N., M., W., F., R.)
$k = \frac{6}{5}\not{P}\frac{3}{2}(\bar{4}65)$ (M.)
σ[2]) $= 3\not{P}\frac{3}{2}(\bar{2}31)$ (N., W., F.)
$\zeta = \frac{1}{4}\not{P}3(\bar{1}.3.12)$ (M.)
$q = \frac{1}{2}\not{P}3(\bar{1}36)$ (M.)

1) Von Miller mit *e* bezeichnet, welche Signatur indess, weil durch Naumann bereits für eine andere Hemipyramide gebraucht, durch Weisbach mit dem grossen Buchstaben vertauscht wurde.

2) Naumann (Pogg. Ann. 17, 144) führt diese Form, ohne ihr einen besonderen Buchstaben zu geben, als complementäre Hemipyramide $+P\frac{3}{2}$ zu *s* auf, welch letztere, auf seine Grundform bezogen, das Symbol $-P\frac{3}{2}$ erhält.

$l = \frac{3}{5}\not{P}3\,(\bar{1}35)$ (M.)
$h = \frac{3}{4}\not{P}3\,(\bar{1}34)$ (M.)
ϱ[1]) $= \not{P}3\,(\bar{1}33)$ (M.)
(*)$t = \frac{3}{2}\not{P}3\,(\bar{1}32)$ (M., W., F., R.)
M[2]) $= 3\not{P}3\,(\bar{1}31)$ (M.)
$x = 6\not{P}3\,(\bar{2}61)$ (M.)
(*)$\nu = \frac{6}{5}\not{P}6\,(\bar{1}65)$ (R.)
(*)$\tau = \frac{9}{8}\not{P}9\,(\bar{1}98)$ (R.)
(*)$\varsigma = 12\not{P}24\,(\bar{1}.24.2)$ (R.)
$\delta = \frac{13}{17}\not{P}\frac{13}{12}\,(\overline{13}.12.17)$ (W.)
$\varphi = \frac{4}{5}\not{P}\frac{4}{3}\,(\bar{4}35)$ (W., R.)
$f = \frac{9}{11}\not{P}\frac{3}{2}\,(\bar{9}.6.11)$ (N.)
F[2]) $= \frac{5}{6}\not{P}\frac{5}{3}\,(\bar{5}36)$ (M., W.)
$\eta = \frac{6}{7}\not{P}2\,(\bar{6}37)$ (W., R.)
$\omega = \frac{8}{9}\not{P}\frac{8}{3}\,(\bar{8}39)$ (R.)
X[3]) $= \frac{15}{16}\not{P}5\,(\overline{15}.3.16)$ (W.)
$\gamma = -13\not{P}\frac{13}{12}\,(12.13.1)$ (W.)
e[4]) $= -\frac{15}{8}\not{P}\frac{5}{4}\,(12.15.8)$ (N.)
(*)ξ[5]) $= -3\not{P}\frac{3}{2}\,(231)$ (W., R.)
$y = -3\not{P}3\,(131)$ (M.)

1) Von Miller *r* genannt. Nachdem durch Friedländer mit diesem Buchstaben das Hemidoma $\not{P}\infty$ (Naumann's und Weisbach's *b*; Miller's *a*) bezeichnet worden ist, glaubte ich den lateinischen Buchstaben der Hemipyramide mit dem griechischen vertauschen zu müssen.

2) Von Miller *m* resp. *f* genannt, welche Buchstaben indess bereits durch Naumann benutzt waren.

3) Identisch mit Weisbach's χ (1865). Da letzterer Buchstabe durch Friedländer einem von ihm aufgefundenen Prisma gegeben wurde, auch meine Figur 1 mit diesem Prisma χ bereits lithographirt war, als ich in Weisbach's Abhandlung jene Hemipyramide entdeckte, so vertauschte ich in obiger Weise die betreffenden Buchstaben.

4) Naumann bezeichnet die obige Bestimmung (bei ihm $\frac{1}{2}P\frac{5}{4}$) als etwas zweifelhaft, »da ich unter meinen zu verschiedenen Zeiten angestellten Messungen zwar $e:r$ (b, Naumann) jedesmal zwischen 109° und 110°, allein $e:c'$ (a', Naumann) einmal 134½°, ein andermal 136½° notirt finde und gegenwärtig nicht mehr im Besitze der Krystalle, folglich auch nicht im Stande bin, die Messungen zu wiederholen. Da indess der Winkel 109—110° mit dem gewählten Zeichen sehr gut stimmt, so dürfte der Winkel 136½° ein Schreib- oder Ablesungsfehler sein«. Ich berechnete die betreffenden Winkel aus den neuen Fundamentalmessungen 70° 16½′ und 45° 19′. Die Flächen ee' treten bei denjenigen Krystallen, welche von den herrschenden Flächen $dd'c$ umschlossen sind, an den scharfen Kanten $d:c$ mit fast parallelen Combinationskanten auf (s. Naumann a. a. O. Fig. 14. Weisbach, 1. Abhandlung, Fig. 8).

5) Identisch mit ψ in Weisbach's erstem Aufsatz (S. 443), welches vom Autor nach erneuten Messungen in der zweiten Abhandlung als eine bereits an den Krystallen von Parenos (Mexiko) bestimmte Fläche ξ erkannt wurde (diese Zeitschr. **2**, 61).

(*)α = $-9\grave{P}\frac{9}{2}(291)$ (W., R.)
(*)β = $\grave{P}\infty(011)$ W., R.)
(*)o[1]) = $3\grave{P}\infty(031)$ (N., M., W., F., R.)
λ = $\frac{1}{3}\bar{P}\infty(\bar{1}03)$ (W.)
(*)m[2]) = $\frac{1}{2}\bar{P}\infty(\bar{1}02)$ (N., W., M., R.)
n = $\frac{3}{4}\bar{P}\infty(\bar{3}04)$ (N., M.)
(*)r[3]) = $\bar{P}\infty(\bar{1}01)$ (N., M., W., F., R.)
μ = $\frac{7}{5}\bar{P}\infty(\bar{7}05)$ (W.)
u[4]) = $-2\bar{P}\infty(201)$ (Vrbra)
(*)g = $\infty P(110)$ (N., M., W., F., R.)
(*)χ = $\infty\grave{P}\frac{3}{2}(230)$ (W., F., R.)
A = $\infty\grave{P}3(130)$ (N., M., W., F., R.)
ϑ = $\infty\grave{P}\frac{7}{2}(270)$ (R.)
Γ[5]) = $\infty\bar{P}\frac{4}{3}(430)$ (F.)
π = $\infty\bar{P}\frac{5}{3}(530)$ (W.)
(*)p = $\infty\bar{P}2(210)$ (N., M., R.)
a = $\infty\bar{P}\infty(100)$ (N., M., W., F., R.)
b[6]) = $\infty\grave{P}\infty(010)$ (M., W., R.)
c = $0P(001)$ (N., M., W., F., R.)

Wenn sämmtliche oben aufgeführten Formen an einem Miargyritkrystall erschienen, so würden sie ein 184flächiges Polyëder bilden. Unser System nimmt demnach auch in Hinsicht der Flächenzahl unter den monoklinen Krystallen eine hervorragende Stellung ein. Indess nicht alle diese Formen können bereits als sicher bestimmt gelten. Fortgesetzte Untersuchungen an guten Krystallen dürften vielleicht einige einander naheliegende Flächen als identische erkennen lassen; solche sehr nahe Flächen sind z. B. d und δ, welche in der Zone $r:s$ (s. Fig. 1 b) liegend den Winkel von nur $2^0\,11\frac{1}{2}'$ bilden; auch g und γ (welch letzteres die Kante $g:\xi$, Fig. 1, abstumpfen würde) begegnen sich unter dem Winkel von $2^0\,21\frac{1}{4}'$. Manche andere Flächen mögen auch an ungewöhnlich ausgebildeten Krystallen noch zu entdecken sein, denn, wie es auch an einigen anderen Mineralien zu beobachten ist, scheint das Auftreten gewisser seltener, sehr kleiner Flächen an Kanten resp. Ecken gebunden, welche nur bei einer ungewöhnlichen Ausbildung zur Erscheinung kommen. Zur Gruppe solcher Flächen scheinen die nur an einem Krystall beobachteten punktförmigen

---

1) Naumann's und Weisbach's c, Miller's w.

2) Miller's i.

3) Naumann's und Weisbach's b; Miller's a.

4) Von Vrbra an pseudomorphen Miargyritkrystallen von Přibram entdeckt (siehe diese Zeitschr. 5, 429).

5) Von Friedländer als γ bezeichnet, welcher Buchstabe indess durch Weisbach bereits der Hemipyramide $-13\grave{P}\frac{13}{12}$ gegeben worden war.

6) Weisbach's R.

Flächen ν und τ zu gehören. Ein Vergleich der den obigen Formen beigefügten Autoren-Initialen wird sogleich erkennen lassen, dass einige sehr häufig, andere sehr selten sind. Während z. B. d von allen Beobachtern angegeben wird, wurde die Grundform v nur durch Miller beobachtet. Gleiches gilt von der Mehrzahl der durch den ausgezeichneten englischen Krystallographen entdeckten Flächen aus der Zone $c:t$ (ζ, q, l, h, ϱ — sie würden die Kante $c:t$ abstumpfen —; M und x — sie liegen unter t, die Kante $t:A'$ abstumpfend), welche von anderen Beobachtern nicht wiedergesehen wurden. Indess solche scheinbar seltenen Flächen können für gewisse Vorkommnisse dennoch charakteristisch sein. So scheint e von keinem anderen Beobachter nach Naumann wieder gefunden zu sein, dennoch betont der genannte Forscher, dass jene Hemipyramide fast an allen Krystallen vom Habitus seiner Fig. 14 (welche in Naumann-Zirkel's Elem. der Min. im Wesentlichen, doch ohne e, welches an der scharfen Kante $d:a'$ [c] auftreten würde, wiedergegeben ist) »zuweilen selbst mit ziemlich vorherrschenden Flächen« erscheint. — Die Bestimmung von ς beruht nur auf einem schimmernden Flächenreflex. Es ist wahrscheinlich dieselbe Hemipyramide, welche bereits Naumann als —($mP\frac{3}{4}m$), d. h. übertragen auf Weisbach's Grundform als $\frac{3}{4}m\bar{P}3m$, aufführt, zugleich andeutend, dass diese Flächen durch Wölbung sich mit dem Klinopinakoid verbinden. — Weisbach bezeichnet X und λ (bisher nur von ihm beobachtete Formen) »wegen schlechter Spiegelung der Flächen nur als approximativ«. Schon Naumann hob »den sehr schwankenden Habitus« der Krystalle hervor (vergl. auch die Figur in Quenstedt's Handb. der Min.), mit welchem wohl die Ausbildung ungewöhnlicher Flächen zusammenhängt. Zur Bestimmung der Miargyrit-Combinationen dürfte die folgende von mir berechnete Tabelle vielleicht von einigem Nutzen sein. Sie giebt die Neigungen sämmtlicher Flächen zu den drei Axenebenen und zur Fläche $r(\bar{P}\infty)$. Als Neigungen zu den den Pinakoiden und der Basis parallelen, im Innern des Krystalls gedachten Axenebenen sind die wahren Winkel angeführt, welche bei den positiven Formen auf der hinteren, bei den negativen auf der vorderen Seite der Ebene a (Axenebene bc) liegen. Infolge der sehr bedeutenden Axenschiefe weist die Tabelle nicht wenige stumpfe Winkel in der Columne a (so auch einige unter c) auf.

		a	b	c	r
d	=	73° 51½′	47° 56⅔′	70° 53′	45° 3½′
v	=	62 56	45 9	84 10½	44 51
i	=	52 6¼	45 25½	98 6½	47 52¼
ε	=	77 7	43 33¼	70 18½	49 59
z	=	70 40	38 53	79 50	51 35
E	=	91 12	45 50	56 46¾	57 35
s	=	81 0	38 31⅔	69 49½	55 45

		a	b	c	r
k	=	75° 9¼′	35°35′	77°23¼′	55°35′
σ	=	57 25	35 18	101 40¾	59 35
ζ	=	125 32½	75 27¾	15 21	77 15½
q	=	116 58⅓	60 59⅓	30 43½	73 36¼
l	=	113 25¼	55 41⅔	35 28⅓	72 42
h	=	108 20	48 33	44 13	71 20¾
ϱ	=	100 59	38 58	54 59¾	69 48½
ι	=	90 53⅔	27 12½	69 32¾	70 0½
M	=	78 14	18 31¼	87 23½	71 28½
x	=	71 52½	19 30	96 44¾	72 58¾
ν	=	119 49	36 13¾	54 51	77 35¾
τ	=	121 45⅓	39 38½	50 47	79 56¼
ς	=	90 6½	3 40⅔	87 14⅔	87 15
δ	=	72 26	49 55¼	71 11½	42 52
φ	=	68 50⅔	55 3	72 5¼	37 15
f	=	66 55½	57 54	72 39¾	34 9⅔
F	=	65 18	60 22	73 11⅔	31 31½
η	=	62 44⅔	64 24½	74 8¼	27 9½
ω	=	59 24	70 1½	75 35	21 9⅔
X	=	54 40¾	78 53	78 0¾	11 45¼
γ	=	37 55	52 9	56 24	61 26
e	=	36 58⅓	48 52¾	45 19	70 16½
ξ	=	42 39¾	48 58½	51 57¾	69 58
y	=	56 49	35 50¾	58 39	70 7½
α	=	69 35½	20 57¾	73 0⅔	80 39½
β	=	118 39¾	45 58⅔	44 1⅓	84 5⅓
o	=	102 33¾	19 1¾	70 58¼	87 19½
λ	=	107 38¼	90 0	24 12¼	57 33¾
m	=	91 40⅓	90 0	40 9¾	41 36¼
n	=	68 0½	90 0	63 50	17 56
r	=	50 4½	90 0	81 46	0 0
μ	=	33 10¼	90 0	98 40¼	16 54¼
u	=	12 55	90 0	35 14½	117 0½
g	=	36 49¾	53 10⅓	57 43⅔	59 5¼
χ	=	48 19½	41 40½	63 40¼	64 39
A	=	66 0¾	23 59¼	74 15⅔	74 52⅓
ϑ	=	69 7¼	20 52¾	76 15	76 46⅓
Γ	=	29 19½	60 40½	54 26	55 8½
π	=	24 11¾	65 48¼	52 31¼	54 6⅔
p	=	20 31¾	69 28⅓	51 20⅓	53 3½
a	=	0 0	90 0	131 50½	50 4½

Betrachten wir nun einige der bemerkenswerthesten Zonen. Keiner Hervorhebung bedürfen diejenigen, deren Flächen mit den krystallographischen Axen parallel gehen, denn sie treten bei Betrachtung der Formeln unmittelbar hervor. Von erheblich grösserem Interesse sind diejenigen parallelkantigen Flächencomplexe, welche paarig rechts und links der Symmetrieebene liegen. Ein Blick auf den Zonenverband, wie wir ihn am leichtesten aus einer Linearprojection gewinnen, lehrt, dass die Fläche $r(\grave{P}\infty)$, welche durch ihre charakteristische Anwachsstreifung sich vor allen anderen auszeichnet, auch durch eine gewisse Beherrschung der Zonen hervorragt. In der Linie für r finden wir diejenigen Zonenpunkte, von denen die meisten Sectionslinien ausstrahlen, vor allem die beiden Punkte mit den Coordinaten $(a'$[1]$) : \frac{1}{3}b)$. Die betreffende Zone umfasst nicht weniger als 17 Flächen, nämlich ausser r: $X(\frac{15}{16}\grave{P}5) : \omega(\frac{8}{9}\grave{P}\frac{8}{3}) : \eta(\frac{6}{7}\grave{P}2) : F(\frac{5}{6}\grave{P}\frac{5}{3})$ $: f(\frac{9}{11}\grave{P}\frac{3}{2}) : \varphi(\frac{4}{5}\grave{P}\frac{4}{3}) : d(\frac{3}{4}P) : \delta(\frac{15}{17}\grave{P}\frac{15}{12}) : \varepsilon(\frac{6}{7}\grave{P}\frac{6}{5}) : s(\grave{P}\frac{3}{2}) : t(\frac{1}{2}\grave{P}3) : o(3\grave{P}\infty)$ $: \alpha(-9\grave{P}\frac{9}{2}) : A(\infty\grave{P}3)$, sowie, zum unteren Ende des Krystalls übergehend: $\sigma'(3\grave{P}\frac{3}{2}) : i'(\frac{3}{2}P)$.

Diesen Formen entsprechen folgende Schnittpunkte auf der Klino- und Orthoaxe, wenn wir mit — die vordere negative Seite der Axe a, resp. die linke Hälfte der Axe b bezeichnen:

	r	X	ω	η	F	f	φ	d	δ
Klinoaxe:	1	$\frac{16}{15}$	$\frac{9}{8}$	$\frac{7}{6}$	$\frac{6}{5}$	$\frac{11}{9}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{17}{15}$
Orthoaxe:	∞	$\frac{16}{3}$	3	$\frac{7}{3}$	2	$\frac{11}{6}$	$\frac{5}{3}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{17}{12}$

	ε	s	t	o	α	A	σ'	i'
Klinoaxe:	$\frac{7}{5}$	$\frac{3}{2}$	2	∞	$-\frac{1}{2}$	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{2}{3}$
Orthoaxe:	$\frac{7}{6}$	1	$\frac{2}{3}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{9}$	0	-1	$-\frac{2}{3}$

Ausser dieser flächenreichsten Zone unseres Systems, welche an Flächenzahl wohl nur von wenigen Zonen irgend eines anderen Systems übertroffen wird, liegen auf der Sectionslinie von r noch die beiden sechsflächigen Zonenpunkte $(a' : \frac{2}{3}b)$ mit den Projectionslinien r: $E(\frac{1}{2}\grave{P}\frac{3}{2}) : \varrho(\grave{P}3)$ $: \nu(\frac{1}{5}\grave{P}6) : y(-3\grave{P}3) : \chi(\infty\grave{P}\frac{3}{2})$ mit den Axenschnitten:

	r	E	ϱ	ν	y	χ
Klinoaxe:	1	2	3	5	-1	0
Orthoaxe:	∞	$\frac{4}{3}$	1	$\frac{5}{6}$	$\frac{1}{3}$	0

Unter den Zonen, in denen die Basis liegt, verdient diejenige hervorgehoben zu werden, deren Flächen die Axen a und b im Verhältniss wie 1 : 3 schneiden. Sie umfasst: $c : \zeta(\frac{1}{4}\grave{P}3) : q(\frac{1}{2}\grave{P}3) : l(\frac{1}{3}\grave{P}3) : h(\frac{3}{4}\grave{P}3)$ $: \varrho(\grave{P}3) : t(\frac{1}{2}\grave{P}3) : M(3\grave{P}3) : x(6\grave{P}3) : \Lambda(\infty\grave{P}3) : y(-3\grave{P}3)$.

Die Schnittpunkte der Orthoaxe werden folgeweise bezeichnet durch die Werthe: ∞, 4, 2, $\frac{5}{3}$, $\frac{4}{3}$, 1, $\frac{2}{3}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{6}$, 0, $-\frac{1}{3}$. Die Indices der Klinoaxe

1) a' bezeichnet die hintere, positive Seite der Klinoaxe.

sind selbstverständlich das Dreifache derjenigen der Orthoaxe. Die Mehrzahl dieser Flächen wurde ausschliesslich durch **Miller** beobachtet. Sie würden parallelkantig zwischen c und t (s. Fig. 1 und 2) liegen.

Zwei siebenflächige Zonenpunkte mit den Coordinaten $(2a' : b)$ liegen auf der Projectionslinie von $m(\frac{1}{2}P\infty)$ mit den Flächen: $m : l(\frac{5}{3}P3) : \beta(P\infty) : y(-3P3) : \sigma(3P\frac{3}{2}) : g'(\infty P) : \varphi'(\frac{4}{3}P\frac{4}{3})$; die Schnittpunkte sind:

	m	l	β	y	σ	g'	φ'
Klinoaxe:	2	5	∞	-1	$\frac{1}{2}$	1	$\frac{5}{4}$
Orthoaxe:	∞	$\frac{5}{3}$	1	$\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	-1	$-\frac{5}{3}$

Während die bisher betrachteten Zonenpunkte der hinteren, positiven Seite des Systems resp. der Linearprojection angehören, finden wir auf der vorderen, negativen Seite die Punkte $(a : b)$, in denen sich sechs Linien schneiden. Sie entsprechen den Flächen: $\beta : \tau(\frac{8}{9}P9) : \nu(\frac{5}{6}P6) : t : s : g'$ mit den Indices der

	β	τ	ν	t	s	g'
Klinoaxe:	∞	8	5	2	$\frac{1}{2}$	0
Orthoaxe:	1	$\frac{8}{9}$	$\frac{5}{6}$	$\frac{2}{3}$	1	0

Diese Zone tritt in Fig. 1 deutlich hervor.

Sechsflächige paarige Zonen giebt es noch mehrere. Zonenpunkte dieser Art liegen theils in der Orthoaxe $(\frac{1}{3}b)$, theils in $r\,(a' : b)$. Dort finden wir $o : y : \xi(-3P\frac{3}{2}) : a : \sigma : M$, denen folgende Schnitte der Klinoaxe entsprechen: ∞, -1, $-\frac{1}{2}$, 0, $\frac{1}{2}$, 1.

Um den Zonenpunkt $(a' : b)$ gruppiren sich die Sectionslinien $h : \beta : \xi : \gamma(-13P\frac{13}{12}) : g : r$ mit den Axenschnitten

Klinoaxe:	4,	∞,	$-\frac{1}{2}$,	$-\frac{1}{12}$,	0,	1
Orthoaxe:	$\frac{4}{3}$,	1,	$\frac{1}{3}$,	$\frac{1}{13}$,	0,	∞

Die bisher genannten Zonenpunkte fanden wir entweder auf den Sectionslinien von Hemidomen (resp. des Orthopinakoids) oder von Klinodomen; doch existirt auch ein sechsflächiger Zonenpunkt $(\frac{1}{2}a' : \frac{1}{2}b)$, welcher weder einem Hemidoma, noch einem Klinodoma entspricht. In ihm vereinigen sich die Sectionslinien von $v(P) : z(\frac{8}{9}P\frac{8}{7}) : k(\frac{5}{6}P\frac{5}{4}) : t : y : g$ mit den Schnitten

Klinoaxe:	1 :	$\frac{8}{7}$:	$\frac{5}{4}$:	2 :	-1 :	0
Orthoaxe:	1 :	$\frac{8}{9}$:	$\frac{5}{6}$:	$\frac{2}{3}$:	$\frac{1}{3}$:	0

Ueber die Lage und Bestimmung der hier zum ersten Male aufgeführten Flächen ε, ν, τ, ς, ω mögen noch folgende Bemerkungen gestattet sein. ε und ω fallen in jene flächenreichste Zone, deren Zonenpunkt $(a' : \frac{1}{3}b)$; ihre Bestimmung erfolgte durch je eine Messung $\varepsilon : r = 50^0\ 2'$ (berechnet $49^0\ 59\frac{1}{4}'$); $\omega : r = 20^0\ 46'$ (berechnet $21^0\ 9\frac{2}{3}'$). Für ν und τ konnte zunächst die Zone $\beta : t$ (Zonenpunkt $a : b$) constatirt werden (s. Fig. 1). Die

Ermittelung der Formeln geschah dann unter Zuhülfenahme der angenäherten Messungen $t : \nu = 16\frac{1}{2}°$ (berechnet $16° \; 12\frac{3}{4}'$); $t : \tau = 21\frac{1}{4}°$ (berechnet $21° \; 25\frac{3}{4}'$). ν und τ wurden an einem Krystall beobachtet, welcher durch relativ bedeutende Ausdehnung von g und s sich auszeichnet. Wo die Kante $g : s$ erscheinen würde, liegen die neuen Flächen. — Die Bestimmung der Fläche ς, welche nur als wahrscheinlich bezeichnet werden kann, beruht einerseits auf der Zonenlage zwischen t und b (s. Fig. 1), andererseits auf ihrer Neigung zu t, welche zwischen 25° und 23° schwankend gefunden wurde (berechnet $23° \; 31\frac{5}{8}'$). Um die Richtigkeit der Bestimmungen früherer Autoren zu bekräftigen, glaube ich hinzufügen zu sollen, dass ich mehrere Flächen als neu wähnte bestimmt zu haben, deren Identität mit bereits bekannten erst später erkannt wurde. Es wird dies weniger befremden, wenn man erwägt, dass das Studium schöner Krystalle kaum weniger schwierig, jedenfalls reizvoller ist, als dasjenige der betreffenden Abhandlungen, wenn ihnen verschiedene Grundformen, Orientirungen und Symbole zu Grunde liegen. So bestimmte ich aus der Messung $r : \varphi = 37° \; 10'$ (ein zweites Bild ergab 36° 25′; berechnet 37° 15′) unter Berücksichtigung der Zonenlage die oben gegebene Formel $(\frac{1}{3}P\frac{1}{3})$; desgleichen für $\eta \; (\frac{6}{7}P2)$ auf Grund derselben Zone, sowie der Messung $r : \eta = 27° \; 12'$ (berechnet $27° \; 9\frac{1}{2}'$), und überzeugte mich erst später, dass es bekannte Flächen sind. — Die Formel der negativen Hemipyramide $\xi \; (-3P\frac{3}{2})$, welche sich nur an einem der vorliegenden Krystalle als eine schmale Kantenabstumpfung ohne scharfes Reflexbild darstellte, wurde aus den beiden Zonen $\beta : g$ und $a : o$ bestimmt. Erst viel später ersah ich ihre Identität mit der von Weisbach in seiner ersten Arbeit an den (dem sog. Kenngottit von Felschöbanya ähnlichen) Krystallen von Parenos in Mexiko bestimmten Form $-2P\frac{4}{3}$ (»in der Zone $a\,[c] : s$ liegend, in der Figur nicht signirt«).

Einige Messungen mögen hier noch eine Stelle finden:

$a : c = 48° \; 38'$ (berechnet $48° \; 9\frac{1}{2}'$). Diese Kante wurde von Naumann (1829) als Fundamentalwinkel gemessen = 48° 14′, durch Weisbach (1865) = 48° 25′; während in der neueren Arbeit (1877) die Werthe 48° 25′, 47° 32′, 45° 45′(!), 48° 38′, 48° 30′, 48° 34′, 48° 13′ mitgetheilt werden; Abweichungen, welche wohl beweisen, dass diese Kante nicht geeignet ist, der Berechnung des Systems zu Grunde gelegt zu werden.

$a : g = 36° \; 28'$ 2. Bild: 37° 10′ (ber. 36° 49′). In Weisbach's zweiter Arbeit werden als Messungen dieser Kante mitgetheilt 37° 20′, 37° 25′, 37° 27′, $37° \; 12\frac{1}{2}'$.

$a : r = 50 \quad 0$ (ber. $50° \; 4\frac{1}{2}'$); nach Naumann 50° 10′; nach Weisbach 50° 11′, 50° 13′, 52° 49′, 50° 15′.

$c : r = 81 \quad 41$ (ber. 81° 46′); nach Naumann 81° 36′; nach Weisbach 81° 29′, 81° 23′.

$c : t = 69^0\ 41'$ (ber. $69^0\ 32\frac{1}{4}'$)
$\beta : s = 37\ \ 9$ (ber. $37\ \ 39\frac{5}{8}$)
$\beta : t = 29\ \ 28$ (ber. $29\ \ 37\frac{1}{4}$)
$t : s = 13\ \ 50$ (ber. $14\ \ 15\frac{1}{2}$)
2\. Bild: $14\ \ 4$
$g : \vartheta = 32\ \ 30$ (ber. $32\ \ 18$).

Ich habe zwar noch viele Messungen mit dem kleinen Goniometer und blossem Auge ausgeführt, sehe indess von deren Mittheilung ab, da sie weniger genau sind. Bei einer Betrachtung der Winkeltabelle gewahrt man, dass die klinodiagonale Polkante der positiven Hemipyramide $v(P)$ fast rechtwinklig ist ($89^0\ 42'$), während zugleich die Basis, bezeichnet durch die ebenen Winkel, welche v (resp. d; Fig. 1) mit c bildet, fast quadratisch ist. Diese, auf den ersten Blick vielleicht überraschende Thatsache hat darin ihren Grund, dass jene klinodiagonale Polkante (resp. die Fläche r) einen so sehr bedeutenden Winkel ($81^0\ 46'$) mit der Basis bildet. Seltsamer Weise sind die Winkel der Basis und der Hemipyramide v genau gleich $90^0\ 18'$ resp. $89^0\ 42'$. Während aber der klinodiagonale Schnitt den stumpfen Winkel der Hemipyramide halbirt, wird der scharfe Winkel der Basis durch die Symmetrieebene geschnitten. Die Flächen vv' würden, an der Fig. 1 b auftretend, parallelkantig r schneiden, zugleich in die Zone $c : d$ fallend. Ein sorgsames Studium der Tabelle dürfte wohl noch manche interessante Beziehungen der Winkelwerthe erkennen lassen.

Die Ausbildung des Miargyrits ist, wie bereits Naumann trefflich hervorhob, sehr schwankend. Zuweilen herrschen $d(\frac{3}{4}P)$ und $g(\infty P)$ und bilden eine oktaidähnliche Form, deren Polecke durch c abgestumpft wird. Die klinodiagonalen Polkanten dieses Oktaids werden gleichfalls abgestumpft und zwar $d : d'$ durch $n(\frac{3}{4}\not{P}\infty)$, $g : g'$ durch a. Ferner treten untergeordnet hinzu $pp'(\infty\not{P}2)$, $oo'(3\not{P}\infty)$, sowie $r(\not{P}\infty)$ und $m(\frac{1}{2}\not{P}\infty)$ (s. Naumann's Fig. 12 und 13 auf Taf. VI. Poggend. Ann. **16**; sowie Quenstedt's Handb. der Min. 3. Aufl., S. 873). — Andere Krystalle sind in der Richtung der Verticalaxe verkürzt und zeigen annähernd im Gleichgewicht c, d, d', a, r, zu denen sich gesellen $f(\frac{9}{11}\not{P}\frac{3}{2})$, $e(-\frac{15}{8}\not{P}\frac{5}{4})$, $s(\not{P}\frac{3}{2})$ und eine Hemipyramide, welche als $\varsigma(12\not{P}24)$ oben bestimmt wurde (wahrscheinlich identisch mit Naumann's Flächen r). Die ς bilden in der Orthoaxe die Kante $7^0\ 21\frac{1}{3}'$ und stellen sich zuweilen als eine stumpfe Knickung des Klinopinakoids dar. Naumann bemerkt von diesen Flächen: »sie sind zuweilen fast matt und wie mit einem russigen Ueberzuge bedeckt.« — Fernere Ausbildungsweisen zeigen Weisbach's Zeichnungen (Pogg. Ann. **125**, Taf. III und diese Zeitschr. **2**, Taf. III) sowie Taf. I, Figg. 1, 1 a, 1 b und 2. Demnach sind die Krystalle des Miargyrits zuweilen auch prismatisch in der Richtung der Verticalaxe. Tafelförmige Ausbildung durch Vorherrschen des Orthopinakoids fehlt nicht; der Habitus der Kry-

stalle kann dann in etwas an Orthit erinnern. Eine andere tafelförmige Ausbildungsweise entsteht durch die herrschende Basis. Dies führt zur Form des sog. Kenngottits, des Miargyrits von Felschöbanya. An Krystallen dieses Fundorts bestimmte ich neben der Basis folgende Formen: d, s, t, β, m, r. Höchst charakteristisch ist an diesen basischen Tafeln des Miargyrits die starke Riefung der Randflächen d, s, t, parallel ihrer Kante mit r. An einem Krystall ähnlicher Ausbildung von Parenos in Mexiko entdeckte Weisbach die Hemipyramide ξ (s. Pogg. Ann. **125**, Taf. III, Fig. 13. Die betreffende Fläche, welche die Kante zwischen s und der Basis abstumpft, trägt in der genannten Figur keine Signatur). An ähnlich gebildeten Krystallen von Příbram fand Vrbra das Hemidoma $u(-2P\infty)$. — Zu den besonderen Eigenthümlichkeiten des Miargyrits gehört namentlich die Fläche $\alpha(-9P\frac{9}{8})$, welche nicht selten in der Weise vorherrscht, wie es Fig. 1 a und so auch mehrere der Zeichnungen Weisbach's darstellen. Bei dieser Ausbildung tritt besonders das Herrschen der Zonen $r:d$ hervor, indem durch α die Zone der Prismenflächen $p:g$ unterbrochen wird, und dadurch der Krystall ein ganz eigenthümliches Ansehen gewinnt, dessen Gleichen man bei keinem anderen System finden dürfte. Der Miargyrit neigt sehr zu Flächenkrümmungen, welche ohne Zweifel die abweichenden Ergebnisse der Messungen bedingen. Zuweilen sieht es aus, als hätten die Krystalle eine förmliche Torsion erlitten, infolge deren einzelne Flächen eine beginnende Spiralkrümmung zeigen.

Gut messbare Krystalle von Freiberg oder anderen Fundorten standen mir nicht zur Verfügung.

17. Ueber den Cuspidin vom Vesuv.

Mit dem Namen Cuspidin (Cuspis, Spiess) bezeichnete und beschrieb Scacchi (Rendiconto d. R. Acc. d. Scienze fis. e matem. Ottobre 1876. Napoli) eine neue Mineralspecies aus den Auswürflingen resp. den Tuffeinschlüssen des Vesuvs, deren Krystalle, in Form einer Lanzenspitze endigend, höchst charakteristisch und mit keiner anderen Species zu verwechseln sind. Auf Grund jener Mittheilung und genauerer brieflicher Angaben des Autors gab Arzruni einen Bericht über das neue Mineral (diese Zeitschr. **1**, 398), dessen Form auch durch Figuren erläutert wurde. Als vorläufiges Ergebniss seiner Analyse stellte Scacchi in der Erwartung, dass später durch Untersuchung unzersetzter Krystalle die Zusammensetzung mit grösserer Sicherheit und Genauigkeit ermittelt werden könnte, die Ansicht auf, dass der Cuspidin zusammengesetzt sei nach der Formel $2CaO, SiO_2$, »in welcher etwa ein Drittel der Kalkerde durch Fluorcalcium vertreten wäre«. Die Krystallform wurde als rhombisch bestimmt mit dem Axenverhältniss $a:b:c = 0,7173:1:1,9376$, und die Combination zweier Pyramiden $P(111)$ und $2P\frac{4}{3}(432)$ nebst dem Prisma $\infty P(110)$ und dem

Brachypinakoid $0P(010)$ beschrieben, doch die Bemerkung hinzugefügt, dass »möglicherweise diese scheinbar rhombischen Gestalten monosymmetrische Zwillinge sind, da beim Spalten an der Spitze des Krystalls ein einspringender Winkel von 178° 42′ entstand«.

Durch einen glücklichen Zufall fand ich im März 1881 bei Cozzolino in Resina einen kleinen Auswürfling, ein körniges Aggregat von Cuspidin nebst Biotit und Hornblende, welcher, in einer sehr kleinen Druse aufgewachsen, einen circa 1 mm grossen Cuspidinkrystall mit ziemlich gut messbaren Flächen barg. Diese Stufe, sowie die betreffenden Messungen legte ich der niederrhein. Gesellsch. für Natur- und Heilkunde in der Sitzung vom 7. November 1881 vor. — Um die Kenntniss des merkwürdigen Minerals zu einem befriedigenderen Abschluss zu bringen, namentlich auch frisches Material für die chemische Analyse zu erlangen, war ich am 4. October 1882 nochmals am Fusse des Vesuvs. Ich erwarb zwar eine ansehnliche Zahl von Cuspidinstufen, leider indess weder völlig unzersetzte Substanz zur Analyse, noch auch Krystalle, welche eine wesentliche Ergänzung der früheren Ergebnisse hätten bieten können. Wenn ich es dennoch wage, vorliegende Mittheilung, obgleich sie noch keine abschliessende Kenntniss des Cuspidins ermöglicht, zu veröffentlichen, so geschieht es mit Bezug darauf, dass ich in der glücklichen Lage bin, zugleich über einige Forschungsresultate verehrter Collegen, der Herren Emil Fischer in Erlangen und P. Groth in Strassburg, berichten zu können. Beiden spreche ich auch an dieser Stelle meinen Dank aus.

Prof. E. Fischer untersuchte zwei Proben möglichst rein ausgesuchten Materials, welche indess trotz aller aufgewandten Sorgfalt weder ganz frei von Calciumcarbonat noch von amorpher Kieselsäure, Producten der Zersetzung, sich erwiesen. Unter dem Vorbehalt, später nach Auffindung und Untersuchung tadellos reiner und frischer Krystalle, die chemische Kenntniss des Minerals in einer Formel sicher zum Ausdruck zu bringen, ermächtigte Prof. E. Fischer mich zu folgender Mittheilung. »Für die Analyse wurde das feingepulverte Mineral zunächst mit verdünnter Essigsäure behandelt, wobei gallertartige Kieselsäure abgeschieden wird und Kalk in Lösung geht, während $CaFl_2$ und SiO_2 ungelöst bleiben. Der Rückstand wurde mit concentrirter Schwefelsäure aufgeschlossen. Dabei werden alle Basen, der Rest der Kalkerde und die kleinen Mengen von Eisen nebst etwas Magnesia in Sulfate verwandelt. Folgende Bestimmungen wurden ausgeführt:

	I.	II.
Kalkerde (alles berechnet als CaO)	59,8	59,9 %
Eisenoxyd	1,18	
Kohlensäure	1,2	

Von jener Kalkmenge sind in Essigsäure löslich 42,2; der Rest, 17,6 %,

ist in verdünnten Säuren unlöslich. Wäre diese letztere Quantität als $CaFl_2$ im Mineral vorhanden, so müsste dasselbe 11,9 % Fl enthalten; zwei directe Fluorbestimmungen ergaben indess nur 9 bis 10 %. — Soweit ich beurtheilen kann, ist neben $CaFl_2$ das Calciumorthosilicat Ca_2SiO_4 im Mineral enthalten. Spätere Analysen müssen vorzugsweise auf die genaueren Bestimmungen des Fluors gerichtet sein.«

Dass das Krystallsystem des Cuspidins monosymmetrisch ist, wie es bereits Scacchi vermuthet, konnte ich durch directe Messungen bestätigen, noch bevor ich durch Autopsie die sehr stumpfe Zwillingskante auf der Spaltungsfläche kennen lernte. Unter Beibehaltung der Scacchischen Grundform n als negative (n) und positive (ν) Hemipyramide ($\mp P$) und unter der Voraussetzung, dass $c = 0P$, $e = -$Ᵽ∞, ergiebt sich auf Grund der Fundamentalmessungen:

$$n : e = 34^0\,3'\,;\quad c : e = 68^0\,55'\,;\quad c : \underline{c}\ (\text{Zwillingskante}) = 1^0\,16'$$ [1]

das Axenverhältniss

$$a : b : c = 0{,}7243 : 1 : 1{,}9342$$
$$\beta = 89^0\,22'.$$

Die Axe a neigt sich ein wenig nach vorn hinab. Folgende Combinationsformen wurden bestimmt (die mit (*) bezeichneten Flächen sind in den Figg. 3, 3a dargestellt):

(*)p = $-\frac{1}{3}P(113)$
(*)n = $-P(111)$
t = -2Ᵽ$2(211)$
(*)q = $-$Ᵽ$\frac{3}{2}(233)$
(*)r [2] = 3Ᵽ$\frac{12}{11}(12.11.4)$ (?)
(*)ν = $P(\bar{1}11)$
(*)s = 2Ᵽ$2(\bar{1}21)$
m = 2Ᵽ$\frac{4}{3}(\bar{4}32)$
k = $\frac{1}{4}$Ᵽ$\infty(014)$
(*)g = $\frac{1}{2}$Ᵽ$\infty(012)$
(*)d = Ᵽ$\infty(011)$
(*)h = $-\frac{1}{3}$Ᵽ$\infty(103)$

1) In einer früheren kurzen Mittheilung über den Cuspidin (Sitzungsber. der niederrhein. Gesellsch. für Natur- und Heilk. vom 7. November 1881 wählte ich als dritten Fundamentalwinkel die Kante $f : c($Ᵽ$\infty : 0P) = 70^0\,33'$. Damals waren mir die Zwillinge durch Autopsie noch nicht bekannt. Nachdem ich sie kennen gelernt und die Zwillingskante der Spaltungsflächen ($c : \underline{c}$) an drei Krystallen mit nahe übereinstimmendem Ergebniss gemessen, glaube ich den Winkel dieser Kante als Fundamentalwerth in die Rechnung einführen zu müssen.

2) Statt obiger Formel ist vielleicht zu wählen -4Ᵽ$\frac{8}{7}(872)$; auch diese Flächen würden in die Zone $g : q$ und ausserdem in eine zweite, $l : g$, fallen.

$$
\begin{aligned}
(^*)e &= -P\infty(101)\\
(^*)f &= P\infty(\bar{1}01)\\
(^*)l &= \infty P(110)\\
(^*)b &= \infty P\infty(010)\\
(^*)c &= 0P(001)
\end{aligned}
$$

Die Bestimmung der Krystalle der genannten Formen geschah an jenem bereits erwähnten, kaum 1 mm grossen Kryställchen, an welchem ich keine Andeutung einer Zwillingsbildung wahrnahm. Die Ermittelung des Symbols von r machte nicht geringe Schwierigkeit, da diese Fläche nur ein unvollkommenes Spiegelbild gab, zudem eine leichte Wölbung die Unsicherheit vermehrte. Vergeblich waren die Bemühungen, auf Grund zweier angenäherter Messungen annehmbare Axenschnitte zu berechnen. Endlich gelang die Constatirung der Zone $r : q : g$, welche unter Zuhülfenahme der approximativen Messung $r : n = 11^0$ (berechnet $= 10^0\ 32\frac{1}{2}'$) zu obiger wenig einfacher Formel ($-3P\frac{12}{11}$) führte. $m(2P\frac{4}{3})$, von Scacchi bereits aufgeführt, an den meiner ersten Mittheilung zu Grunde liegenden Krystallen nicht wahrnehmbar, habe ich seitdem, namentlich an einigen mir durch den genannten Forscher gütigst übersandten Krystallen, gleichfalls beobachtet und gemessen. Meiner Voraussetzung nach gehört diese Fläche der hinteren, positiven Seite der Krystalle an. Ich möchte hierdurch die besondere Schwierigkeit der Entscheidung andeuten, ob irgend eine Form, und namentlich eine der steiler geneigten, der vorderen, negativen oder der hinteren, positiven Seite des Krystalls angehört. Fast immer sind die Krystalle infolge beginnender Zersetzung mattflächig und gestatten überhaupt keine Messungen; auch sind bei der geringen Axenschiefe die homologen Formen auf der vorderen und der hinteren Seite nicht allzusehr verschieden in ihren Winkeln; dazu kommt endlich, dass die steilen, spitzen Hemipyramiden, selbst wenn sie einmal hinlänglich glänzend, wegen Flächenkrümmung nicht genauer messbar sind. Die Basis, welche bei Entscheidung der angedeuteten Frage den sichersten Anhalt bieten würde, habe ich als Krystallfläche nur sehr selten, auch dann nur punktförmig gesehen. Wenngleich die der Basis entsprechende Spaltbarkeit sehr deutlich ist, so gelingt es doch nicht immer an den sehr kleinen Kryställchen, sie glattflächig und zum Messen geeignet darzustellen. Im Sinne obiger Aufstellung wird dasjenige Ende der Zwillinge, an welchem die einspringende Kante liegt, durch positive, der Hinterseite des Krystalls angehörige Formen gebildet. Die Zwillinge scheinen meistens mit demjenigen Ende aufgewachsen zu sein, an welchem die ausspringende Zwillingskante der Spaltungsfläche liegt. Zuweilen ruhen indess die kleinen spiessigen Kryställchen der Gesteinsfläche auch in solcher Weise auf, dass man beide Enden sieht. — In der folgenden Tabelle sind die Neigungen, die wahren

Winkel sämmtlicher Formen zu den drei Axenebenen (*a* Ebene der Axe *b* und *c* etc.), berechnet:

	a	*b*	*c*
p =	$52^0 51\frac{1}{2}'$	$64^0 24\frac{1}{2}'$	$47^0 25\frac{1}{4}'$
n =	$39 \quad 4\frac{1}{2}$	$55 \quad 57$	$72 \quad 39\frac{2}{3}$
t =	$22 \quad 8\frac{1}{3}$	$70 \quad 27\frac{1}{4}$	$79 \quad 26\frac{1}{4}$
q =	$50 \quad 33\frac{1}{2}$	$46 \quad 41$	$68 \quad 48$
r[1] =	$36 \quad 20$	$54 \quad 22\frac{1}{2}$	$83 \quad 42\frac{2}{3}$
ν =	$39 \quad 18$	$55 \quad 46$	$73 \quad 35\frac{1}{2}$
s =	$56 \quad 21\frac{1}{3}$	$36 \quad 17\frac{2}{3}$	$78 \quad 20$
m =	$29 \quad 55\frac{3}{4}$	$61 \quad 51\frac{1}{4}$	$80 \quad 19\frac{1}{4}$
k =	$89 \quad 25\frac{3}{4}$	$64 \quad 11\frac{3}{4}$	$25 \quad 48\frac{1}{4}$
g =	$89 \quad 32\frac{2}{3}$	$45 \quad 57\frac{2}{3}$	$44 \quad 2\frac{1}{3}$
d =	$89 \quad 42\frac{1}{2}$	$27 \quad 20\frac{1}{4}$	$62 \quad 39\frac{3}{4}$
h =	$47 \quad 58\frac{1}{2}$	$90 \quad 0$	$41 \quad 23\frac{1}{2}$
e =	$20 \quad 27$	$90 \quad 0$	$68 \quad 55$
f =	$20 \quad 36\frac{1}{3}$	$90 \quad 0$	$70 \quad 1\frac{2}{3}$
l =	$35 \quad 54$	$54 \quad 6$	$89 \quad 37\frac{3}{4}$

Die Bestimmung der meisten Flächen erfolgte durch Zonen. Zur Bestätigung der Flächensymbole mögen folgende annähernd gemessene Winkel dienen:

	Gemessen:	Berechnet:
$p : n$ =	$25^0 20'$	$25^0 14\frac{1}{2}'$
$p : c$ =	$47 \quad 25$	$47 \quad 25\frac{1}{4}$
$n : c$ =	$72 \quad 30$	$72 \quad 39\frac{2}{3}$
$n : q$ =	$11 \quad 40$	$11 \quad 29$
$n : t$ =	$16 \quad 18$	$16 \quad 56$
$e : r$ =	$36—37^0$	$37 \quad 32\frac{1}{4}$ (für $r = -3\bar{P}\frac{12}{11}$) $35 \quad 14$ (für $r = -4\bar{P}\frac{8}{7}$)
$n : r$ =	11	$10 \quad 32\frac{1}{2}$ (für $r = -3\bar{P}\frac{12}{11}$) $12 \quad 46$ (für $r = -4\bar{P}\frac{8}{7}$)
$\nu : s$ =	$19 \quad 30$	$19 \quad 28\frac{1}{3}$
$n : \nu$[2] =	$101 \quad 40$	$101 \quad 37\frac{1}{2}$
$e : c$ =	$68\frac{1}{4}—69^0$	$68 \quad 55$
$f : c$ =	$70 \quad 30$	$70 \quad 1\frac{2}{3}$
$e : f$[3] =	$139 \quad 0\frac{1}{2}$	$138 \quad 56\frac{2}{3}$
$e : h$ =	$27 \quad 10$	$27 \quad 31\frac{1}{2}$
$f : m$ =	$28—31^0$	$29 \quad 43\frac{3}{4}$

1) Für $r = -4\bar{P}\frac{8}{7}$ betragen die Winkel:
$r : a = 32^0\ 38'$, $r : b = 57^0\ 47\frac{3}{4}'$, $r : c = 84^0\ 56\frac{3}{4}'$.

2) Ueber *d*.

3) Ueber *c*.

		Gemessen:	Berechnet:
$\nu : m$	=	11—12½°	10°29′
$\nu : d$	=	50°35′	50 0,5
$l : c$	=	88 50	89 37¾
$p : g$	=	38 25	38 7½
$p : e$	=	36 30	36 53¼
$g : k$	=	18 15	18 14

Die Hemipyramide m, in unserer Figur nicht gezeichnet, ist aus Scacchi's Zeichnung (diese Zeitschr. **1**, 399) zu ersehen, welche indess nur als die eines Zwillings anzusehen ist. n würde unserem ν, e unserem f entsprechen, da Scacchi ausdrücklich hervorhebt, an der Spitze des Krystalls eine einspringende Kante [1]) beobachtet zu haben.

An dem flächenreichen Kryställchen, welches allein die obigen Bestimmungen ermöglichte, wurde bei einer nachträglichen Durchmusterung noch eine lineare Abstumpfung (x) der Kante $e : n$ wahrgenommen, welche ein deutlich wahrnehmbares Reflexbild eines dem Goniometer sehr genäherten Lichtes gab. $e : x$ = circa 18½°, daraus die Formel —$P2$(212), für welche sich jene Kante zu 18° 40½′ berechnet. Ferner ergiebt sich $a : x$ = 27° 25′, $b : x$ = 71° 19¾′, $c : x$ = 70° 4½′. Der mit Flächen beladene Cuspidin ist eine erneute Bestätigung der mehrfach hervorgehobenen Thatsache, dass sehr kleine Krystalle nicht nur vollkommener gebildet, sondern auch formenreicher sind als grössere Individuen. Von der Auffindung neuer und tadelloser Krystalle wird die sichere Bestimmung der infolge leichter Flächenkrümmung noch zweifelhaften Symbole der steilen Hemipyramide abhängen, sowie die bestimmte Scheidung der auf der vorderen, resp. der hinteren Seite der Krystalle vorkommenden Formen.

Nachdem Herr Scacchi ein kleines Spaltungsstück eines Cuspidinzwillings für die optische Untersuchung zur Verfügung gestellt, hatte Herr Groth die dankenswerthe Güte, sich derselben zu unterziehen und das Ergebniss mir, wie folgt, mitzutheilen (d. d. 23. November 1882): »Die Spaltungsplatten, welche mit grosser Regelmässigkeit an der einen Seite eine ausspringende, an der anderen eine einspringende Zwillingskante besitzen, lassen über das monosymmetrische System keinen Zweifel, da die in der kurzen Diagonale austretenden Axen zwei einander störende Systeme zeigen, deren Mittellinien nach der einen und anderen Seite von der Normalen zur Platte abweichen. Die von mir abgetrennte Spaltungsplatte habe ich nun durch Abschleifen bis zur langen Diagonale von dem zweiten Zwillingsindividuum befreit. Die so dargestellte Platte lässt im Axenwinkel-

---

1) A. a. O. wird jene Kante zu 188° 42′ angegeben, jedenfalls ein Druck- oder Schreibfehler für 178° 42′ (resp. 1° 18′); sehr nahe übereinstimmend mit einem der oben gewählten Fundamentalwinkel.

apparat zwei Axen austreten, die linke unter 50° Neigung gegen die Normale der Platte, die rechte unter 60° und daher kaum noch einzustellen. Daraus ergiebt sich der Axenwinkel $2E = 110°$ (für *Na*-Licht) und die Neigung der Mittellinie gegen die Normale zur Spaltungsfläche = 5° circa. Zur genauen Bestimmung der Schiefe der Mittellinie wurde nun der grössere Theil des Zwillings zu einer Platte verschliffen, parallel der kurzen Diagonale und senkrecht zur Spaltbarkeit, also bei monosymmetrischer Auffassung parallel der Symmetrieebene; diese zeigt nun zwischen gekreuzten Nicols, besonders schön unter dem Mikroskop, die Theilung in zwei Krystalle mit schiefer Auslöschung; der Winkel derselben gegen einander lässt sich sehr genau im Mikroskop messen, ich fand im Mittel einer Messungsreihe 11° 0′, d. h. Winkel der ersten Mittellinie gegen die Zwillingsebene 5° 30′ (*Na*-Licht). — Nehmen wir nun die Spaltungsfläche als $0P$, die Zwillingsebene als $\infty P\infty$, so lassen sich diese Resultate kurz so zusammenfassen:

Optische Axenebene die Symmetrie, erste Mittellinie für Gelb bildet 5° 30′ mit Axe *c* im spitzen Axenwinkel β (also nach hinten oben geneigt). Scheinbarer Axenwinkel $2E = 110°$ (*Na*). Dispersion der Axen und geneigte Dispersion sehr deutlich.«

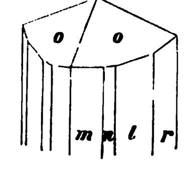
Der Cuspidin, zu den selteneren Mineralien der vesuvischen Auswürflinge gehörig, findet sich in verschiedener Associationsweise, theils aufgewachsen in Drusen, theils eingewachsen, und körnige, gesteinsähnliche Massen bildend. Die in Drusen freier ausgebildeten Krystalle, welche fast stets an ihrer Oberfläche eine beginnende Zersetzung zeigen (während das Innere oft noch sehr frisch), sind vorzugsweise begleitet von Augit, Hornblende, Biotit, sowie, mehr oder weniger reichlich, Kalkspath. Als Begleiter nahm ich ferner wahr: lichtgelblichbraunen Granat (∞O, sehr untergeordnet $2O2$), dessen Flächen in bunten Farben erglänzen (eine beim Granat ungewöhnliche Erscheinung); Davyn (es wurde beobachtet die Combination des ersten und des zweiten hexagonalen Prismas sowie die Pyramide, deren Flächen mit der Basis den Winkel 25° 53′ (s. Miller, Introduction to Mineralogy S. 402) bilden, dessen der Drusenfläche innig anliegende Kryställchen völlig wasserhell sind, während der Cuspidin eine weisse Zersetzungsrinde trägt. — Ein sehr fremdartiges und unter einander wieder recht verschiedenes Ansehen zeigen die körnigen Cuspidin-Aggregate. Eine mir vorliegende Stufe ähnelt in hohem Maasse einem kleinkörnigen Diabas und würde leicht dafür gehalten werden können, wenn nicht der weisse mit schwärzlichgrünem Augit und Biotit aggregirte Cuspidin auf den Drusen in seinen charakteristischen spiessigen Kryställchen ausgebildet wäre. Ein anderer Auswürfling zeigt in seiner spärlichen, wesentlich aus Augit und Biotit bestehenden Grundmasse dicht gedrängte, graulichweisse Linsen (2 bis 3 mm im grösseren, $\frac{1}{2}$ bis 1 mm im kleineren Durchmesser)

von Cuspidin. Dieser Block, in welchem sich nirgend ein krystallbergender Hohlraum öffnet, ist von einer (5 mm dicken) Schale von körnigem Kalkspath umhüllt.

Wenn die Zersetzung weiter fortschreitet, so werden die Krystalle sehr deformirt, fast unkenntlich, indem eine dicke Rinde von kohlensaurem Kalk sich auf denselben ablagert. An diesen zersetzten unförmlichen Krystallen scheint zuweilen $\frac{1}{3}P$ zu herrschen, so dass sie ein viel stumpferes Ansehen gewinnen, als der Cuspidin gewöhnlich zeigt.

Es möge gestattet sein, auch hier an ein dem Cuspidin ähnliches Mineral in vesuvischen Auswürflingen zu erinnern, auf welches ich in der Sitzung der niederrhein. Gesellschaft für Natur- und Heilkunde vom 7. Februar 1881 die Aufmerksamkeit richtete. Dies Mineral, von lichtgelblicher bis lichtrötblicher Farbe, bildet theils krystallinische Körner, theils an ihrer Oberfläche zersetzte Krystalle in körnigem Gemenge mit vorherrschendem grünem Magnesiaglimmer, sowie mit weissem Sodalith, von welchem die Stufe ein circa 20 mm grosses Dodekaëder aufweist. Die Krystalle des in Rede stehenden Minerals (deren Grösse meist nur wenige Millimeter) scheinen dem rhombischen Systeme anzugehören. Sehr charakteristisch und wesentlich verschieden von den Combinationsformen des Cuspidins sind mehrere rhombische Prismen, deren Flächen zwar glänzend, doch wegen starker verticaler Riefung zu genaueren Messungen ganz ungeeignet sind. Die Zuspitzungsflächen sind matt, rauh und mit kleinen neugebildeten Kryställchen von Kalkspath bedeckt. Während diese Neubildungen die Pyramidenflächen fast gänzlich überrinden, sitzen sie auf den Prismenflächen nur vereinzelt. Die Polkanten der Pyramide wurden approximativ gemessen: 69 (makrodiagonal), 37 (brachydiagonal). Daraus berechnet sich die Lateralkante $= 99^0\ 1\frac{1}{3}'$, sowie die Axen

$$a : b : c = 0{,}560 : 1 : 0{,}447.$$



Die Prismen erhalten folgende, der Bestätigung bedürftige Symbole: $m = \infty P(110)$, $n = \infty \breve{P}\frac{7}{4}(470)$, $l = \infty\breve{P}2(120)$, $r = \infty\breve{P}\frac{7}{2}(270)$.

Es berechnen sich die Kanten der Prismen

	brachydiagon.:	makrodiagon.:	gemessen:
$m =$	$58^0\ 32\frac{1}{2}'$	$121^0\ 27\frac{1}{2}'$	ca. 59^0
$n =$	88 $53\frac{1}{2}$	91 $6\frac{1}{2}$	90
$l =$	97 32	82 32	96
$r =$	125 59	54 1	126

Unter den gemessenen Winkeln kann nur der letztere als einigermassen genau betrachtet werden, da die anderen in Folge starker Streifung langgezogene Reflexlinien geben. Eine deutliche Spaltbarkeit parallel dem Brachypinakoid.

Das in Rede stehende Mineral ist zwar im äusseren Ansehen einzelnen Cuspidin-Vorkommnissen recht ähnlich, so dass Herr Scacchi eine ihm vorgelegte Probe mit der genannten Species zu vereinigen geneigt ist; — indess diese Aehnlichkeit im Habitus tritt zurück, wenn man die Formen und die Lage der Spaltbarkeit etwas genauer vergleicht. Eine zweite Stufe des »Cuspidin-ähnlichen Minerals« ist mir nicht zu Gesichte gekommen. Möchten diese Zeilen die Aufmerksamkeit auf dasselbe lenken.

18. Neue Flächen am Diopsid.

In einer Sammlung ausgezeichneter piemontesischer Mineralien, welche Herr B. Stürtz hier im Herbste 1882 zu Ala erwarb, hatte ich durch dessen Güte Gelegenheit, Diopside von der Alpe Mussa mit einigen neuen, resp. seltenen Formen zu sehen. Ein Blick auf die Figg. 1, 1a zeigt die betreffenden Flächen und ihre Combination mit den gewöhnlicheren Formen des Diopsids. Die beobachteten und dargestellten Formen sind:

$s = P(\bar{1}11)$
$\varrho = \frac{3}{2}P(\bar{3}22)$
$o = 2P(\bar{2}21)$
$\lambda = 3P(\bar{3}31)$
$\tau = -\frac{1}{2}P(112)$
$u = -P(111)$
$v = -2P(221)$
$\Gamma = -3\bar{P}3(311)$ neu
$p = \bar{P}\infty(\bar{1}01)$
$\varsigma = -3\bar{P}\infty(301)$ neu
$\psi = -5\bar{P}\infty(501)$
$m = \infty P(110)$
$f = \infty\bar{P}3(310)$
$\chi = \infty\bar{P}5(510)$
$a = \infty\bar{P}\infty(100)$
$b = \infty\not{P}\infty(010)$
$c = 0P(001)$

ϱ scheint bisher nur einmal und zwar durch Hessenberg an einem Krystall des Saarthals beobachtet zu sein (Mineralog. Notizen Nr. 5, S. 22). τ wurde durch Miller aufgefunden; ich beobachtete dieselbe Fläche am gelben Diopsid vom Vesuv (s. Poggend. Annalen, Ergänzungsband **6**, 338). ψ nahm ich an einem Krystall von Mussa wahr; sie wurde durch Hessenberg genauer beschrieben und gezeichnet (Min. Notizen 5, S. 21, Fig. 13). Das Prisma χ wurde ebenfalls durch meinen genannten verewigten Freund an Krystallen des Saarthals entdeckt (ib. 1, S. 20).

Die neue Fläche ς erscheint zwar nur untergeordnet, doch sehr

glatt und glänzend. Ihre Neigung zu $a(\infty P\infty)$ wurde sehr nahe $= 27^0$ bestimmt. Aus den Axenelementen des gelben Augits vom Vesuv (s. Pogg. Ann. Ergänzungsband **6**, 340) ergiebt sich dieser Winkel $= 26^0\ 57\frac{3}{4}'$. Γ fällt in folgende Zonen $\varsigma : b$; $u : a$; $c : f$. — Die Kante $\varsigma : \Gamma$ wurde annähernd gemessen $= 15^0$ (berechnet $14^0\ 57\frac{1}{2}'$).

Beide neue Formen ς und Γ sind keineswegs selten an den Diopsiden von Mussa. Eines eigenthümlichen Moiré-artigen Schimmers auf u möchte ich hier noch erwähnen. Diese Erscheinung deutet, wie bekannt, im Allgemeinen auf eine Vielheit von Krystallelementen, welche besondere Reflexe in der schimmernden Fläche, die zuweilen zu einer Scheinfläche wird, erzeugen. In unserem Falle geht der Schimmer von vorragenden Krystalltheilen aus, welche unregelmässig begrenzte Felder der Fläche bedecken, andere Partien freilassend. Eine angenäherte Messung des Schimmers auf u ergab, dass die reflectirenden Flächentheile etwa die Lage von $-2P2(121)$ besitzen, welche Fläche mit b den Winkel $47^0\ 59'$ (s. von Kokscharow, Materialien **4**, 359) bildet. — Noch deutlicher ist diese Erscheinung an den Diopsiden von Achmatowsk wahrzunehmen. Die Flächen u und c tragen hier zuweilen sehr kleine aufragende Krystallelemente. Diese Fortwachsungen erheben sich gleich schmalen niederen Leisten, parallel dem Klinopinakoid. Sie setzen zuweilen von c hinüber auf u. Soweit sie in c liegen, sind sie begrenzt von $z = 2P\infty(0\bar{2}1)$, während in u ihre Scheitelflächen annähernd der Form $-\frac{5}{3}P\frac{5}{3}(353)$ entsprechen. Es berechnet sich die Kante einer Fläche dieser Form mit dem Klinopinakoid (b) $= 53^0\ 6'$, wofür eine ungefähre Messung 53^0—52^0 ergab. — Zwillingsplatten parallel der Basis sind den Diopsiden von Ala, wie auch denen von Achmatowsk (siehe diese Zeitschr. **5**, 495) häufig eingelagert, namentlich gegen das aufgewachsene Ende hin; sie bedingen, dass die Krystalle dort ihre Durchsichtigkeit einbüssen und glattflächig abbrechen. Es entstehen scheinbar parallel der Basis spaltende Massen. Die Figur 4 stellt einige solcher Zwillingslamellen, welche oft mitten im Krystall enden, dar (leider ist durch ein Versehen die Dicke dieser Blätter sehr übertrieben worden).

III. Der Albit vom Kasbék.

Von

C. Baerwald in Berlin.

Die bekannte Arbeit von Tschermak*) über die Kalknatronfeldspäthe und die sich daran knüpfenden Untersuchungen von Schuster**) und Mallard***) haben zur Genüge bewiesen, dass die genannten Feldspäthe isomorphe Mischungen zweier Grenzglieder seien, nämlich des reinen Natronfeldspaths, des Albits, und des reinen Kalkfeldspaths, des Anorthits, und dass sie sowohl in chemischer als auch in physikalischer Beziehung vom Albit zum Anorthit hin eine continuirliche Reihe bilden. Bisher war jedoch nur das eine Endglied, der Anorthit, bekannt, während man den reinen Albit noch nicht aufgefunden hatte†), und sämmtliche auf dieses Endglied sich beziehenden Angaben waren lediglich Annäherungen, die auf dem Wege der Speculation gewonnen wurden. Ich bin nun in der Lage, über diesen bisher hypothetischen Feldspath berichten zu können.

Ich erhielt diesen reinen Albit von Herrn Prof. Arzruni, welcher mir über die Auffindung und das Vorkommen dieses interessanten Minerals Folgendes mittheilt:

»Die Albitstufe, welcher das Material zu vorliegender Untersuchung entnommen wurde, erwarb ich auf einer Reise durch Kaukasien im August des Jahres 1878. Auf der Poststation Kobi der Grudinischen Heerstrasse (welche die Städte Wladikawkas und Tiflis mit einander verbindet) lauern stets Osseten-Jungen auf Reisende, um denselben schöne Bergkrystalle

---

*) Tschermak, Sitzungsber. Wien. Akad. 50.

**) Schuster, Sitzungsber. Wien. Akad. 80, 1. Abth. 1879, Juli-Heft. Tschermak, Mineral. Mittheil. 3, 117, 1881 und 5, 189, 1882, siehe auch diese Zeitschr. 6, 419.

***) Mallard, Bull. de la Soc. minéral. de France 4, 96, 1881, siehe auch diese Zeitschrift 6, 428.

†) Nach einer neuerdings mitgetheilten Analyse von Brun (diese Zeitschr. 7, 389) kommt solcher allerdings am Mt. Blanc vor, entbehrt aber noch einer näheren krystallographischen Untersuchung. P. Groth.

vom Kasbék feil zu bieten. Unter einer Partie solcher Quarze, die mir gereicht wurden, befand sich auch die in Rede stehende Albitstufe, welche meine Aufmerksamkeit um so mehr auf sich zog, als es die zweite war, die mir von dieser Localität zu Gesicht kam. Die erste mir bekannt gewordene schmückt mit anderen von Herrn Friedrich Bayern gesammelten kaukasischen Mineralien die Suiten des kaukasischen Museums zu Tiflis. Dank einer freundlichen Mittheilung des Herrn Professors M. W. Jerofejew in St. Petersburg, erfuhr ich indessen, dass auch die dortige Universitäts-Mineraliensammlung ein Exemplar aus demselben Fundorte besitzt. Auf diese drei dürfte sich aber die Zahl der von sachkundigen Augen bisher gesehenen Stufen des Kasbéker Albit beschränken.

Nach dem Orte, an dem das Stück gesammelt wurde, befragt, sagte der Osseten-Junge aus, er habe es in einem »Loche« am Fusse des Kasbék gefunden, in welches man nur kriechend hineingelangen kann — offenbar ein weiter Drusenraum im Granit oder in der Region der krystallinen Schiefer, aus welchen sicherlich auch die zahlreichen Quarzkrystalle gewonnen werden. — Mit dieser Angabe stimmen, soweit ich mich erinnern kann, ganz wohl auch diejenigen des Herrn Bayern überein und darf die hier ausgesprochene Vermuthung gewiss eine um so grössere Wahrscheinlichkeit für sich beanspruchen, als der Andesitkegel des Kasbék in der That sich an die Zone des Granits und der krystallinen Schiefer anlehnt (vergl. die geologische Karte zu dem Werke von Ernest Favre: Recherches géologiques dans la partie centrale de la chaîne du Caucase. Genève 1875).

Aus einigen approximativen Messungen, die mir für den Prismenwinkel $T : l$ dieses Albits einen viel grösseren Werth, als bisher je beobachtet wurde, lieferten, schloss ich, dass das Kasbéker Mineral auch in chemischer Beziehung von anderen Albiten Abweichungen zeigen müsse. Diese Vermuthung*) fand auch in der That eine erwünschte Bestätigung durch die Analyse, welche Herr Dr. Jaffé, zu jener Zeit Assistent an dem unter der Leitung des Herrn Professor C. Rammelsberg stehenden anorganisch-chemischen Laboratorium der königl. technischen Hochschule hierselbst, auf meine Bitte freundlichst ausführte. Diese Analyse erwies die gänzliche Abwesenheit von jeder Spur Kalium und Calcium und zeigte somit, dass der vorliegende Feldspath ein vollkom-

*) Ich gab derselben, unter Vorlage der Stufe, in der am 5. Februar 1879 abgehaltenen Sitzung der deutschen geologischen Gesellschaft Ausdruck, versäumte aber damals den Inhalt meiner Mittheilung zur Aufnahme ins Protokoll einzuliefern, in der Hoffnung, bald Ausführlicheres über das interessante Mineral berichten zu können. Es wurden daher auch im Protokoll blos einige summarische Bemerkungen — Zeitschr. der deutsch. geol. Ges. 31, 216, 1879 — abgedruckt.

men reiner Albit sei, wie ein solcher bisher von keinem anderen Fundorte bekannt war.

0,7264 g Substanz gaben:	0,4994	Kieselsäure	= 68,75 %
1,5178 g Substanz gaben:	0,2995	Thonerde	= 19,73
und	0,4275	Natriumsulfat	= —
resp.	0,1866	Natron	= 12,29
			100,77

Obwohl die Analyse in Bezug auf die sich ergebende Summe der Bestandtheile hätte befriedigender ausfallen können, zeigt der Molekularquotient sowie das Sauerstoffverhältniss dennoch eine mit der Formel genügend übereinstimmende Zusammensetzung:

	Theorie:	Analyse:	Molekularquotient:		Sauerstoffverhältniss:	
Kieselsäure	68,57	68,75	1,146	oder 6	36,572	oder 12
Thonerde	19,62	19,73	0,191	1	9,168	3
Natron	11,81	12,29	0,198	1,04	3,168	1,036
	100,00	100,77				

Zur Bestimmung des spec. Gewichtes verwandte Herr Jaffé an

Substanz:	4,124 g
das Pyknometer mit Wasser wog:	44,336 g
das Pyknometer mit Wasser und 4,124 g Substanz:	46,885 g
woraus das Gewicht des der Substanz gleichen Volum Wassers:	1,575 g

Das spec. Gewicht des Kasbéker Albits ist demnach 2,618.«

Die mir zu Gebote stehende Stufe hat eine traubenförmige Gestalt, die dadurch bedingt ist, dass die einzelnen Krystalle wie an einem gemeinschaftlichen Stengel aufsitzen. Die Krystalle haben zum Theil recht beträchtliche Dimensionen bis 2,5 cm Länge. Sie sind wasserhell und durchsichtig, oft aber mit einer schwarzen, aus kleinen Kügelchen bestehenden Masse bedeckt, die sich bei der qualitativen Prüfung als eine Manganverbindung, wahrscheinlich Pyrolusit, erwies. Die Krystalle sind tafelförmig durch das Vorwalten des Brachypinakoids und zeigen sämmtlich die bekannte Zwillingsverwachsung: Zwillingsaxe die Normale zu 010, Zwillingsebene das Brachypinakoid. Seltener tritt noch die von G. Rose an dem Albit von Roc-Tourné beobachtete Zwillingsverwachsung auf, die darin besteht, dass zwei Krystalle sowohl nach dem soeben angeführten Zwillingsgesetz als auch nach dem Karlsbader Gesetz verwachsen sind. Der Albit ist sehr vollkommen spaltbar nach 001 (*P*), ziemlich schwierig nach 010 (*M*). Eine Spaltbarkeit nach 110 (*l*) oder $1\bar{1}0$ (*T*) ist nicht wahrgenommen worden.

Die beobachteten Formen sind folgende: 001 (*P*), 010 (*M*), 110 (*l*), $1\bar{1}0$ (*T*), $1\bar{3}0$ (*z*), $20\bar{1}$ (*y*), $0\bar{2}1$ (*n*), $1\bar{1}\bar{1}$ (*p*). Ausserdem war noch an einem Krystall in der Zone $20\bar{1}$. 001 eine Fläche, deren Indices sich nicht sicher

bestimmen liessen, wahrscheinlich $10\bar{1}$ (x). Die Flächen $20\bar{1}$ und $1\bar{1}\bar{1}$ waren nur einmal vorhanden.

Die in der folgenden Tabelle zusammengestellten Resultate sind das Ergebniss der an zehn ausgesuchten Krystallen angestellten goniometrischen Untersuchung. Die vier letzten Columnen bringen zum Vergleich die von G. Rose*), Des Cloizeaux**), Brezina***) und Klockmann†) an anderen Albiten gewonnenen Winkelwerthe.

Flächen	Berechnet	Beob. Mittel	Grenzwerthe	Zahl der Mess.	Rose	Des Cloiz. berech.	Brezina berechnet	Klockmann berechnet
*$0\bar{1}0 . 1\bar{1}0$	—	59° 53′	59° 36½′ — 60° 16′	6	—	—	—	60° 22′ 40″
*$110 . 1\bar{1}0$	—	56 19	56 9½ — 56 35	5	57° 45′	59° 13′	59° 20′ 16″	59 10 48
$010 . 110$	68° 48′	63 39	62 1 — 63 53	5	62 7	60 27	60 30 42	60 26 32
$0\bar{1}0 . 1\bar{3}0$	31 10 16″	30 6	29 53½ — 30 13	5	30 48	30 21	—	30 14 9
$1\bar{1}0 . 1\bar{3}0$	28 42 44	29 51	29 43 — 30 8	8	29 20	—	—	—
*$001 . 010$	—	86 22	86 18 — 86 44	7	86 24	86 24	86 18 30	86 22 15
$001 . 0\bar{1}0$	93 38	93 43	93 16 — 93 45½	6	—	93 36	—	93 37 45
$001 . \underline{001}$	7 16	7 16	7 4½ — 7 21	6	—	7 12	—	7 15 30
*$0\bar{2}1 . 001$	—	46 12	46 4 — 46 16	5	46 5	46 46	46 45 0	46 40 8
$0\bar{2}1 . 0\bar{1}0$	47 26	47 26	47 20 — 47 32	3	—	—	—	—
*$1\bar{1}0 . 001$	—	68 55	68 49 — 69 3½	8	68 55	69 10	69 1 11	69 9
$00\bar{1} . 1\bar{1}\bar{1}$	54 35 51	55 58	—	1	57 37	55 53	—	55 45 29
$1\bar{1}\bar{1} . 1\bar{1}0$	56 29 9	55 7	—	1	—	54 57	—	—
$00\bar{1} . 20\bar{1}$	79 16 23	81 36½	—	1	82 28	82 6	82 13 27	82 2 10
$001 . 110$	64 16 17	65 1	65 1 — 65 2	3	64 55	65 18	64 57 56	65 14 55
$001 . 1\bar{3}0$	79 37 39	80 7	79 52 — 80 18	5	—	80 9	—	80 9 52
$1\bar{1}0 . 0\bar{2}1$	51 4 19	52 0	—	1	—	51 36	51 17 20	51 37
$1\bar{1}\bar{1} . 20\bar{1}$	39 46	39 20	—	1	—	39 17	—	39 13 26
$1\bar{3}0 . 0\bar{2}1$	41 15 50	41 18	41 17 — 41 19	2	—	41 0	—	41 5 4

Hieraus berechnet sich:

$$a : b : c = 0{,}59858 : 1 : 0{,}54796$$
$$\alpha = 91^\circ\ 6'\ 50''$$
$$\beta = 116\ \ 58\ \ 12$$
$$\gamma = 85\ \ 20\ \ 24$$

Die Differenzen zwischen den gemessenen und berechneten Winkeln bei dem Kasbéker Albit erklären sich aus dem Auftreten vicinaler Flächen in der Prismenzone, welches es sehr schwierig macht, genügend sichere Mittel zur Berechnung des Axenverhältnisses zu erhalten. Die Tabelle zeigt, dass dieser Albit einen Winkel $110 . 1\bar{1}0$ besitzt, wie er bisher noch nicht beobachtet ist. Am meisten nähert sich demselben der von G. Rose gemessene.

*) G. Rose, Gilbert's N. Ann. der Phys. **68**, 186, 1823.

**) Des Cloizeaux, Manuel de minéralogie.

***) Brezina, Tschermak's Mineral. Mittheil. 1873, S. 19—28.

†) Klockmann, Zeitschr. der deutsch. geol. Ges. **34**, 373.

Nach der Tschermak'schen Theorie muss nun dieser reine Natronfeldspath sowohl in physikalischer als auch in geometrischer Beziehung das Grenzglied bilden, was Schuster speciell hinsichtlich der optischen Eigenschaften bestätigte.

Was nun zunächst das specifische Gewicht anlangt, so wies Tschermak nach, dass dasselbe vom Anorthit zum Albit abnimmt, und zwar berechnete er für den reinen Albit das specifische Gewicht 2,624. Das Kasbéker Mineral weicht nur um ein Geringes von diesem abgeleiteten Werthe ab, mit Tschermak's Ansicht darin jedoch übereinstimmend, dass der experimentell gefundene Werth in der That der kleinste von den bisher beobachteten ist. Das specifische Gewicht wurde nämlich zu 2,618 gefunden.

Ferner zeigte Tschermak, dass die Kalknatronfeldspäthe auch in geometrischer Beziehung eine continuirliche Reihe bilden, und zwar wählte er um dieses Verhältniss zu zeigen den Winkel 001 . 010 und verglich denselben bei den einzelnen Kalknatronfeldspäthen. Es zeigte sich, dass dieser Winkel vom Anorthit zum Albit hin abnimmt, indem derselbe beim Anorthit vom Vesuv zu 85° 50′ und bei dem Albit von Windisch Mattrey zu 86° 29′ gefunden wurde. Der Kasbéker Albit hat aber einen Winkel von 86° 22′, während die Theorie einen Winkel erfordern würde, der grösser ist als 86° 29′. Es muss jedoch hervorgehoben werden, dass der Winkel 86° 22′ keinen Anspruch auf grosse Genauigkeit machen kann, da die Schwankungen, denen er unterworfen ist, recht beträchtlich sind. Die acht besten Messungen führten nämlich zu folgenden Werthen: 86° 11′, 13′, 16′, 17′, 23½′, 27′, 43½′; welchem dieser Werthe die grösste Genauigkeit zuzuschreiben ist, lässt sich schwer entscheiden, da die Reflexe von derselben Güte waren bis auf den letzten Werth, der allerdings als der beste gelten kann. Auch ist ja der Winkel 001 . 010 bei den verschiedenen Gliedern der Kalknatronfeldspathreihe viel zu geringen Differenzen unterworfen, als dass gerade er sich eignen sollte, die geometrischen Unterschiede der einzelnen Feldspäthe zu charakterisiren, indem die Differenz zwischen diesem Winkel bei dem Anorthit und dem Albit, wenn man die Tschermak'schen Werthe zu Grunde legt, nur 0° 39′ beträgt. Es wäre daher vielleicht zweckmässiger, den Winkel 110 . 1$\bar{1}$0 der einzelnen Kalknatronfeldspäthe zu vergleichen, da hier die Unterschiede bedeutend grösser sind. Die Differenz zwischen dem Prismenwinkel des Anorthits vom Vesuv, den Klein*) zu 59° 39′ angiebt, und des Albits vom Kasbék beträgt 3° 12′.

In optischer Beziehung wurde der Albit in derselben Weise untersucht wie Schuster verfuhr, nämlich die Auslöschungsrichtung auf 001 und 010 bei Natriumlicht bestimmt.

---

*) Klein, Einl. in die Krystallberechnung S. 286.

Eine ausgezeichnete einheitliche Spaltungsplatte nach 001 eines Zwillingskrystalls nach dem Albitgesetze ergab nach beiden Seiten übereinstimmend den Winkel von + 2° 17½' als Mittel von 20 Ablesungen. Die grösste Ablesungsdifferenz betrug 0° 10'. Viel ungünstiger gestaltete sich die Untersuchung der Platte nach 010. Es ist an und für sich schon schwierig, wegen der wenig vollkommenen Spaltbarkeit nach dieser Fläche eine genügend dünne Platte zu erhalten. Ausserdem schwanken die Ablesungen sogar an derselben Platte an verschiedenen Stellen nicht unbedeutend. Ich fand:

	Mittel:	Zahl der Ables.:	Differenz*):
1. Platte, 1. Stelle	18° 26'	4	0° 50' (1.–3. Stelle)
1. Platte, 2. Stelle	18 4	4	
1. Platte, 3. Stelle	18 10	2	
2. Platte, 1. Stelle	18 20	4	1 (1.–2. Stelle)
2. Platte, 2. Stelle	18 41	5	
3. Platte	18 41	7	1 45

Vergleicht man mit diesen Werthen die von Schuster gefundenen, so zeigen sich beträchtliche Abweichungen. Schuster nimmt nämlich in der zuletzt von ihm gegebenen Zusammenstellung als Auslöschungsschiefe auf 001 + 4° 30' und auf 010 + 19° an, während bei mir die correspondirenden Werthe + 2° 17½' und + 18° 23⅔' betragen.

In diesen beiden von mir beobachteten Werthen für die Lage der optischen Elasticitätsaxen auf 001 und 010 bin ich geneigt, selbst trotz der grösseren Schwankungen, welchen letzterer Winkel unterworfen ist, eine grössere Annäherung an das thatsächliche optische Verhalten des reinen Albits (wie der hier untersuchte ja ist) zu erblicken, als in den abgeleiteten Zahlen, auf welche sich alle bisherigen Angaben beziehen. Es unterliegt keinem Zweifel, dass eine Reihe von Fehlerquellen jeder optischen Beobachtung, und, wie neulich Laspeyres zeigte, besonders den stauroskopischen anhaften, es wäre daher zweckmässig, zum Vergleich einzelner Beobachtungen blos solche zu wählen, welche unter gleichen Bedingungen angestellt, und deren unvermeidliche Fehler wenigstens constante, respective qualitativ die gleichen sind.

*) Die angegebenen Differenzen sind solche zwischen dem Minimum und Maximum der Ablesungen an einer und derselben Platte.

IV. Ueber Mikrostructur, optisches Verhalten und Umwandlung des Rutil in Titaneisen.

Von

A. von Lasaulx in Bonn.

(Hierzu Taf. II u. III, Fig. 1—11.)

In der Sitzung der niederrhein. Gesellschaft für Natur- und Heilkunde vom 9. Januar 1882 gab ich einen kurzen vorläufigen Bericht über Pseudomorphosen von Titaneisen nach Rutil aus dem Gneissgranit des Golfes von Vannes in Morbihan, Frankreich. Die Kenntniss dieses interessanten Vorkommens verdanke ich der Güte des Herrn Grafen von Limur. Derselbe überliess mir auf den ihm geäusserten Wunsch alle von ihm gesammelten Rutilkrystalle, einige 30 an der Zahl, zur Untersuchung und stellte mir in liebenswürdiger Bereitwilligkeit auch ausreichendes Material zur Herstellung von Dünnschliffen, sowie zur chemischen Analyse zur Verfügung.

Da die Verfolgung des Verlaufes der Umwandlungsvorgänge an dem Rutil jenes Vorkommens die Herstellung einer grösseren Zahl von Dünnschliffpräparaten zur Folge hatte und zum Vergleiche auch verschiedene andere Rutilvorkommen mit herangezogen wurden, so schien es mir von Interesse, die Mikrostructur und vor Allem die optischen Erscheinungen am Rutil einer allgemeinen Prüfung und Erforschung zu unterziehen, um so mehr, als das bisher vorliegende Beobachtungsmaterial keineswegs besonders reichlich, noch weniger erschöpfend genannt werden kann.

Es mag von vornherein bemerkt werden, dass sich die Untersuchung nur auf makroskopische Krystalle erstreckte und also auch die Literatur über den Rutil als mikroskopischen Gemengtheil von Gesteinen und dessen Beschaffenheit in derselben nicht mit in Betracht gezogen wird.

Die ersten Angaben über die eigenthümliche innere Structur gewisser Rutilkrystalle von Pfitsch und vom St. Gotthardt machte Volger*). Nach

---

*) Studien zur Entwicklungsgeschichte der Mineralien S. 495 ff.

diesem zeigen einheitlich gestaltete, dicke Rutilprismen sich mit den feinen nadelförmigen Prismen vollkommen durchflochten, für welche Saussure den besonderen Namen Sagenit eingeführt hat. Volger ist geneigt, diese Nadeln nicht für ursprünglich Rutil zu halten, vielleicht seien sie noch zum Theil Brookit oder eine Pseudomorphose von Rutil nach Brookit. Die Ränder dichter Gitter und Netze dieser Sagenitnadeln ragen nach ihm zwischen den Blätterdurchgängen des Rutil heraus. Andere Sagenitnetze liegen in der Richtung eines anderen Blätterdurchganges und so durchsetzen dichtgehäufte Bündel von Nadeln die Rutilprismen.

Nach dieser Darstellung Volger's könnte es scheinen, als ob die Sagenitaggregate nur auf den Spaltungsfugen des Rutil aufträten. Das ist aber auch nicht die Meinung Volger's; er giebt ausdrücklich an, eine rechtwinklige Stellung von Sagenitlagen gegen einander nicht beobachtet zu haben*). Alle Sagenitnadeln sind im Gegentheil nach ihm gegen den Rutil und unter einander unter Winkeln von genau 60° und 120° geneigt. Das würde keinem der beiden am Rutil bekannten Zwillingsgesetze entsprechen. Aber diese Angabe Volger's, die nun immer noch in den Lehrbüchern weiter geführt wird, beruht nicht auf einer genauen Messung, sondern offenbar nur einer Schätzung dieser Winkel. Schon Kenngott fand, dass sich die Sagenitprismen unter 65° 35′ schneiden, in diesem Falle also nach dem gewöhnlichen oder ersten Gesetze: $Z. E. = P\infty$, vereinigt sind.

Jedoch kommen unzweifelhaft beim Sagenit auch Verwachsungen nach Miller's zweitem Gesetze, $Z. E. = 3P\infty$, vor.

An einem überaus zierlichen, aus sechs in einer Ebene liegenden, fast gleichlangen Sagenitnadeln gebildeten Hexagon, das von einem Rutilhandstücke vom St. Gotthardt in der Sammlung unseres mineralogischen Museums sich ablöste, konnten die sechs Winkel unter dem Mikroskope recht genau gemessen werden. In Figur 1 ist das kleine Gebilde in etwa vierfacher Vergrösserung dargestellt. Die vollkommen scharfkantige Ausbildung der Nadeln, verbunden mit der Verticalstreifung derselben, gestattete eine durchaus sichere Einstellung auf das Fadenkreuz des Instrumentes**).

Obschon das Hexagon auf das blosse Ansehen hin für regelmässig gelten konnte, ergaben sich nun doch erhebliche Winkeldifferenzen.

Der Reihenfolge nach fand ich für die sechs Ecken folgende Werthe:

Ecke 1 = 115° 30′
- 2 = 125 24
- 3 = 114 18

*) l. c. S. 496.

**) Der Nonius am drehbaren Tische des zu diesen Untersuchungen verwendeten Mikroskopes, bezogen von Bertrand in Paris, gestattet eine Ablesung von 6 Minuten.

Ecke 4 = 114° 30′
- 5 = 125 6
- 6 = 126 42

Der berechnete Winkel der Neigung der Verticalaxen zweier nach dem ersten Gesetze verwachsenen Prismen = 65° 35′ und 114° 25′, derselbe Winkel beim zweiten Gesetze = 125° 16′ und 54° 44′.

Es sind sonach die Ecken 1, 3 und 4 aus je zwei nach dem ersten, die Ecken 2 und 5 aus je zwei nach dem zweiten Gesetze verwachsenen Prismen gebildet. Unter dieser Annahme bliebe nach der Berechnung auf die theoretischen Werthe für die sechste Ecke noch 126° 13′ übrig. Der gefundene Winkel von 126° 42′ ist zu gross, um ihn noch auf das zweite Zwillingsgesetz zu beziehen. Es würde dann auch die erste Ecke keine Zwillingsecke sein können. Während die Winkel 2 bis 5 so nahe mit den berechneten Werthen übereinstimmen, weichen die Winkel 1 und 6 erheblich ab. Der Winkel, der für die Ecke 1 gefunden, ist auch für das erste Gesetz zu gross. Es liegt hier unzweifelhaft ein Adaptiren des äussersten Prismas, *a* in der Figur, derart statt, dass es beiderseitig möglichst dennoch in die gesetzmässige Stellung kommt.

Neben den sechs Prismen, welche die Seiten des Hexagons bilden, erscheinen kleinere angesetzt, die um circa 10° von jenen in der Lage abweichen. Sie erscheinen sowohl an den Schenkeln der Winkel von 125° als an denen von 114°. Sie entsprechen jedesmal dem anderen Zwillingsgesetze als das, welches die betreffende Ecke beherrscht, liegen in dem einen Falle nach innen, im anderen Falle nach aussen um 10° divergirend.

Nirgendwo erscheint hier ein Winkel von 60° oder 120° auch nicht angenähert.

Die sagenitartige Verwachsung des Rutil geht also nur aus einer Wiederholung und Vereinigung der beiden bekannten Zwillingsgesetze hervor. Man kennt diese u. a. auch an Rutilkrystallen von Magnet Cove, Arkansas, von wo sie Hessenberg beschrieb und abbildete*) und dabei die treffende Bemerkung machte, »dass an denselben nicht alles parallel sei, was beim ersten Anblick der Gruppe so aussieht«. Auch an dem kleinen Hexagon lassen sich, wenn man eine Seite desselben scharf auf den Faden einstellt und mittelst des verstellbaren Tisches nun jenes parallel zu sich bis zu einer gegenüberliegenden Seite verschiebt, die nicht parallelen Seiten genau erkennen, wie sie aus den gemessenen Winkeln nothwendig sich ergeben.

Rosenbusch**), dem wir die einzigen neueren Angaben über die Mikrostructur des Rutil verdanken, glaubt ähnliche Verhältnisse, wie die

*) Mineralog. Notizen. 5. Folge, S. 205.
**) Physiographie 1, 106.

von Volger angegebenen, an einem Krystalle aus dem Pfitschthale zu finden. Er beschreibt im Dünnschliffe eines Zwillings beobachtete gelbbraune bis undurchsichtige Interpositionen. Dieselben scheinen sich alle unter den für die gewöhnlichen Zwillinge charakteristischen Winkeln von 114° 25′ in den beiden Zwillingshälften zu schneiden. Die Einschlüsse selbst seien in ihren Umrissen parallel der Zwillingsgrenze und der Verticalaxe, demnach Rhomben mit Winkeln von 57° 12,′5 und 122° 47,′5. Eine optische Untersuchung scheiterte an der geringen Durchsichtigkeit der Interpositionen; Rosenbusch scheint jedoch geneigt, dieselben für Brookit zu halten. Dass aber diese braunen Lamellen nicht mit dem Sagenit, wie ihn Volger im Rutil von Pfitsch beschreibt, zu identificiren sind, ergiebt sich aus ihrer Lage ohne Weiteres.

Wohl aber beschreibt Rosenbusch nun wirkliche Sagenitnadeln in dem Dünnschliffe eines Rutilgeschiebes von St. Yrieux. Dieselben, alle unter einander parallel, bilden mit der Verticalaxe nach ihm einen Winkel von nahezu 60°. Hell, wenn die eigentliche Masse des Krystalls zwischen gekreuzten Nicols auf Dunkel eingestellt ist, werden sie ihrerseits sämmtlich bei ein und derselben Lage dunkel. Zwischen diesen liegend führt er breitere opake Lamellen von zweifelhafter Natur an, die ausnahmslos streng rechtwinklig zur Hauptaxe des Rutil gestellt sind.

So viel geht jedenfalls aus diesen Angaben hervor, dass zweierlei zu unterscheiden ist: einmal die braunen, rhombenförmigen Interpositionen, und dann die wirklich sagenitartigen Lamellen.

Mit den optischen Verhältnissen des Rutil hat sich Mallàrd beschäftigt*). Nach diesem Forscher ist der Rutil nur ein pseudotetragonales Mineral. Eine basisch geschnittene Platte eines Rutil von St. Yrieux zeigt, wenn die Seiten (?) der Platte 45° mit den Nicolhauptschnitten bilden, zahlreiche grüne und rothe Streifen parallel den Seiten, zwischen denen ungefärbte (dunkle) Rechtecke liegen, die immer wieder gekreuzte Linien enthalten. Sind die Seiten der Platte den Nicolhauptschnitten parallel, so erfolgt eine fast allgemeine Auslöschung. Wenn auch nach Mallard die Streifen zu schmal sind, um die Lage der Lemniscaten in ihnen zu studiren, so hält er es doch für wahrscheinlich, dass der Rutil rhombisch oder monosymmetrisch sei.

Auch A. Madelung**) giebt an, dass der Rutil sehr schwach zweiaxig sei.

In wie weit diese bisherigen Angaben über die Mikrostructur und das optische Verhalten des Rutil Gültigkeit behalten können oder modificirt werden müssen, werden die folgenden Untersuchungen zeigen. Zu den-

*) Annales des mines **10**, 1876, oder auch diese Zeitschr. **1**, 317.

) Diese Zeitschr. **7, 75.

selben dienten Dünnschliffe von Rutil von Vannes, St. Yrieux, aus dem Pfitschthale, vom St. Gotthardt, Val Nalps in Graubünden, aus dem Diabas von Saarburg, von der Iserwiese, von Lampersdorf in Schlesien und vom River Forth in Tasmanien. Da die Qualität der Erscheinungen fast durchweg übereinstimmend sich ergab, nur bezüglich der Quantität bei verschiedenen Vorkommen, aber auch bei einem und demselben Fundpunkte, sich Abweichungen zeigten, so ist es nicht nöthig, getrennt auf die einzelnen Vorkommen einzugehen. Die allgemeinen Angaben haben so ziemlich für alle Gültigkeit.

In basischen Platten von Rutil treten die beiden an ihm bekannten Hauptspaltbarkeiten nach ∞P und $\infty P\infty$, die in der Regel als gleich vollkommen bezeichnet werden, fast immer mit deutlichen Unterschieden hervor.

Die Spaltbarkeit nach ∞P erscheint in Gestalt haarfeiner, meist ganz geradlinig und scharf verlaufender Risse, oft dicht bei einander liegend, oft aber auch weniger zahlreich, fast immer eine ausgesprochene Neigung zeigend, Spaltkreuze zu bilden. Die Spaltbarkeit nach $\infty P\infty$ ist jedenfalls weniger vollkommen. Sie bildet dickere, wellig verlaufende, an den Rändern faserige Sprünge, kürzer und im Verlaufe ungleich. Das Aussehen eines basischen Schnittes bezüglich der Spaltbarkeit ist in Figur 2[1] dargestellt. Da es für die Orientirung der Lage von Interpositionen von Wichtigkeit ist, in den Schliffen ∞P und $\infty P\infty$ zu unterscheiden, schien es nöthig, dieses besonders hervorzuheben.

In basischen Schnitten erscheinen im gewöhnlichen Lichte keinerlei Interpositionen, ausser einer schwarzbraunen, opaken Substanz auf den Rissen, vornehmlich nach $\infty P\infty$.

In Schnitten parallel zur Verticalaxe erscheinen die Risse der beiden Spaltbarkeiten parallel zu jener. Bezüglich ihrer Beschaffenheit unterscheiden sie sich auch hier, wie das in Figur 2 angedeutet. Von den Interpositionen, die in solchen Schliffen sichtbar werden, soll hier zunächst noch nicht die Rede sein.

Wo in einem Krystalle Zwillingslamellen eingeschaltet sind, zeigt sich, wenn dieselben nicht gar zu schmal sind, jedesmal die der Verticalaxe parallele Spaltbarkeit. In den neben einander liegenden um 65° 35′ in ihren Verticalaxen abweichenden Theilen bilden daher auch die Spaltungsrisse Knickungen, die bei vielfacher Wiederholung von Zwillingslamellen einen zickzackförmigen Verlauf der Risse bedingen. Daran kann man Zwillingslamellen, die sonst erst unter gekreuzten Nicols sichtbar werden, in geeigneten Schnitten auch im gewöhnlichen Lichte schon wahrnehmen. Auch in einem gegen die Verticalaxe stark geneigten Schnitte sind die beiden Spaltbarkeiten zu unterscheiden. Dieselben projiciren sich auf die Schnittebene natürlich nun nicht mehr in rechtwinkligen Systemen von Rissen, sondern

in Rhomben. Aber die scharflinigen Risse nach ∞P lassen sich von den gröberen nach $\infty P\infty$ meist zuverlässig trennen. Die Ebenen derselben Spaltbarkeit umschliessen dann schief vierseitige kastenförmige Partien des Rutil, je zwei Spaltungsebenen der einen und eine Ebene der anderen Richtung dagegen dreiseitige Kasten (Fig. 4 bei *a*). Für die richtige Deutung der Interpositionen, wie sie schon Rosenbusch anführte, sind diese Verhältnisse von Wichtigkeit.

In fast allen Rutilen, mehr oder weniger reichlich, erscheinen dunkelbraune bis opak-schwarze Lamellen in paralleler Schaarung angeordnet. Ihre Betrachtung geschieht am besten in einem nur wenig, etwa 10—15°, gegen die Basis geneigten Schnitte. Sie erscheinen dann auf den ersten Blick als langgezogene Rhomben, schmäler oder breiter, deren spitze Winkel annähernd 60° zu messen scheinen. In ihren Seiten sind sie parallel der Verticalaxe und je einer der beiden Richtungen, in welcher die Risse der zweiten Spaltbarkeit nach $\infty P\infty$ verlaufen. Wenn ein Zwilling vorliegt, also auch der Zwillingsgrenze, die mit einer Kante $0P : \infty P\infty$ oder den dieser entsprechenden Rissen in einer Zone liegt.

Wenn man durch eine basisch geschnittene Platte mit der Lupe in der Richtung der Verticalaxe hindurchsieht, nimmt man die Interpositionen nicht wahr. Dreht man dann aber die Platte, so sieht man, wie die Risse der zweiten Spaltbarkeit an Dicke zunehmen, breiter werden und die Gestalt der langgezogenen dunkelbraunen Lamellen annehmen. Hieraus ergiebt sich sofort, dass dieselben auf der Ebene der zweiten Spaltbarkeit liegen.

Das lässt sich nun in einem schwach gegen die Basis geneigten Schnitte unter dem Mikroskope noch viel deutlicher erkennen.

Die Interpositionen sind nichts Anderes, als eine dunkelbraune bis opake Substanz, welche auf den Spalten nach $\infty P\infty$ in der Gestalt dünner, gestreckter Häute abgelagert ist. Die Rhombenform derselben ist nur bedingt durch die der Verticalaxe parallelen Begrenzungs- und Durchschnittslinien zweier sich kreuzender Spaltungsebenen. In Figur 4 ist dieses dargestellt.

Die Lamellen auf den Spaltungsfugen von $\infty P\infty$ sind ohne jede Einwirkung auf das polarisirte Licht. Sie sind ziemlich gleichmässig gefärbt und zeigen keine eigentlich krystallinische Structur. In der Richtung der Verticalaxe erscheinen sie zwar gestreift, aber das ist nur die Folge einer Zusammensetzung aus parallelen Fasern oder besser Strähnen. Dadurch erhalten sie am unteren Ende oft eine unregelmässig ausgelappte oder gefranste Begrenzung (Fig. 4). In anderen Fällen sind sie beiderseitig geradlinig begrenzt.

In einem normal zur Zwillingsebene, aber geneigt gegen die Fläche des Deuteroprismas gelegten Schnitte eines Zwillings gestalten sich dann

die Verhältnisse wie in Figur 3 abgebildet. Man sieht die in mehreren Ebenen hinter einander liegenden Lamellensysteme, ihre entsprechende Parallelität in den beiden Hälften und zur Zwillingsgrenze. Die kurzen Seiten der scheinbaren Rhomben rechts und links von dieser bilden annähernd den Winkel von 114° mit einander.

Vergleicht man diese Figur 3 mit der schematischen Darstellung, wie sie Rosenbusch l. c. in einer Abbildung gegeben hat, so springt die vollkommene Uebereinstimmung seiner Lamellen mit unserer Deutung sofort in die Augen. Ganz besonders deutlich wird unter dem Mikroskope die Wahrnehmung, dass in der That die Gestalt der dünnen Lamellen nur durch die Spaltenfugen von $\infty P\infty$ bedingt ist, wenn man scharf die Durchschnittslinien der Spaltungsebenen ins Auge fasst.

Seltener und immer nur schmäler, aber meist dunkler erscheinen ähnliche Lamellen auf den Fugen der Spaltbarkeit nach ∞P, wie in Figur 4 bei *a*. Nur in einem Rutil von Lampersdorf fanden sich starke, geradlinig begrenzte, opake schwarze Streifen, die auf den Spaltungsebenen nach dem Protoprisma liegen. In der Regel reflectiren diese sonst in schrägen Schnitten nur mit der Farbe der Rutilsubstanz selbst.

In Schnitten nach einer Fläche von $\infty P\infty$ gestaltet sich die Erscheinung wie es Figur 2 wiedergiebt. Die auf den der Schnittebene parallelen Fugen liegenden Lamellen erscheinen nun der Mehrzahl nach langgestreckt normal zur Verticalaxe, andere auch als Leisten dieser parallel. Die auf den zur Schnittebene senkrechten Fugen liegenden Häute werden nur als verdickte Spaltrisse sichtbar. Vereinzelt erscheinen auch Lamellen nach $P\infty$ gestreckt, wie in Figur 2 bei *a*, dann ist eine im gewöhnlichen Lichte nicht immer sichtbare Zwillingslamelle die Ursache der abweichenden Begrenzung.

Sonach erscheint es unzweifelhaft, dass in den Lamellen keine primären Interpositionen, sondern lediglich secundäre Infiltrationsproducte, die auf den Spaltungsfugen eindringen, zu sehen sind. An Brookit ist hierbei keinenfalls zu denken. Die Ergebnisse der später mitzutheilenden chemischen Untersuchung gestatten aber bezüglich der Natur dieses Neubildungsproductes ganz bestimmte Schlüsse. Mehr oder weniger reichlich scheinen die meisten Rutile dasselbe zu enthalten. Auch lässt sich unschwer erkennen, dass die Quantität dieses Productes in einem directen Verhältnisse steht zu dem die Rutile so oft umhüllenden Titaneisen. Ganz allmälige Uebergänge der braunen Substanz in opake, schwarze, metallisch reflectirende Lamellen lassen sich vielfach wahrnehmen. Oft erscheint eine solche braune Infiltrationslamelle mit schon metallischen Punkten übersät oder in ganzen Theilen metallisch geworden. Auf diese Erscheinungen komme ich bei Erörterung der analytischen Resultate noch zurück.

Bezüglich der Erscheinungen unter gekreuzten Nicols zeigen die Kry-

stalle der verschiedenen Fundpunkte im Allgemeinen gleichfalls übereinstimmendes Verhalten: in allen Dünnschliffen werden eingeschaltete Zwillingslamellen sichtbar; nur bezüglich der Zahl und Breite zeigen sich Verschiedenheiten.

In Schnitten parallel zur Verticalaxe und zu $\infty P \infty$ zeigen sich die Zwillingslamellen wie in Figur 5 dargestellt, also übereinstimmend, wie sie Rosenbusch in dem Dünnschliffe von St. Yrieux beschrieb.

Die nach derselben Seite geneigten Lamellensysteme erscheinen unter einander parallel und löschen auch alle gleichzeitig aus, wenn ihre Längsrichtung, der auch die in der Schraffirung angedeutete Spaltbarkeit entspricht, mit dem Hauptschnitte eines Nicols zur Coincidenz gebracht wird. Die Lamellen bilden mit der Verticalaxe Winkel von 65° 35′ oder 57° 12,′5, stehen also entweder mit dem Hauptkrystall oder unter einander in Zwillingsstellung nach dem ersten Gesetze. Da sie in beiden Lagen nur um 8° 22′ von einander abweichen, so ist es nicht immer leicht, in Schnitten, die gegen die Verticalaxe geneigt sind, dieses auseinander zu halten. Wo geringe Abweichungen in der Lage der Lamellen zu einander beobachtet werden, hat das in dem Vorhandensein beiderlei Zwillingslamellen seinen Grund (Fig. 5 bei *b*). Jedenfalls kommt beides vor, und die gemessenen Winkel der Auslöschungen schwanken daher einigermassen um 60° herum. Auch findet wahrscheinlich eine Adaptirung der Lamellen in ihrer Lage in der Art statt, dass sie möglichst gleichzeitig beiden Stellungen zu entsprechen suchen, wie ich es vorher beim Sagenit nachwies. Dadurch nähern sich dann die Winkel im Allgemeinen dem Mittelwerthe von 61° 23′. Ob aber die Lamellen zum Hauptindividuum, im Ganzen wohl der häufigere Fall, oder zu einander in Zwillingsstellung stehen, sie pflegen dann grösstentheils, wenige Ausnahmen abgerechnet, alle übereinstimmend zu liegen.

Nur ganz vereinzelt z. B. in einem Rutil von Lampersdorf erscheinen Lamellen, welche gegen die Verticalaxe des Hauptkrystalls unter einem Winkel von 27° 22′ geneigt sind, daher von den gewöhnlichen um circa 30° (29° 50′ oder 33° 13′) abweichen. Diese Lamellen müssen auf das zweite Zwillingsgesetz bezogen werden.

Zwillingslamellen, die der anderen Zone angehören, wie die bisher erörterten, deren Zonenaxe demnach in der Ebene der Zeichnung liegt (Fig. 5) müssten im Dünnschliffe als zur Verticalaxe normale Streifen erscheinen, wie bei *a* in der Figur durch punktirte Linien angedeutet. Sie können jedoch auch im polarisirten Lichte nicht sichtbar werden, da sie mit dem Hauptkrystall im Schnitte gleiche Lage der Auslöschungsrichtung und Spaltbarkeit aufweisen.

Dass aber in der That nach allen vier Flächen von $P \infty$ wirklich Zwillingslamellen eingeschaltet sind, ergiebt sich daraus, dass in zwei von einem Krystall hergestellten zu einander senkrechten Schnitten nach $\infty P \infty$ die

ganz übereinstimmende Gruppirung von Lamellen sichtbar wird. In dem Falle der Zwillingsstellung aller Lamellen zum Hauptindividuum ist dieses also ein polysynthetischer Fünfling, wie solche beim Zinnstein von Zinnwald u. a. O. als Krystallgruppen bekannt sind, in denen um einen Kernkrystall mit vollkommener Durchkreuzung vier Zwillingsindividuen sich herumlagern. Hier beim Rutil sind nur die im Innern des Krystalls steckenden Theile vorhanden. Die vorhin angeführte Schilderung Volger's zeigt, dass dieselben jedoch auch nach Aussen hervortreten und sichtbar werden.

Nach den Schnitten, die einer Deuteroprismenfläche parallel gelegt sind, muss es unentschieden bleiben, ob die sichtbaren Zwillingslamellen sagenitartige Nadeln oder ob es tafelförmige Lamellen sind, die nur im Durchschnitte die Leistenform zeigen. Das entscheidet sich in basischen Schnitten. Ein solcher ist in Figur 6 dargestellt.

Die Unterschiede der beiden Spaltbarkeiten ermöglichen eine Orientirung auch ohne sichtbare Umrisse mit grosser Sicherheit.

Den Kanten von $0P : \infty P \infty$ parallel liegen hier ebenfalls lange Streifen eingeschaltet, die unter gekreuzten Nicols jedoch erst sichtbar werden, wenn jene Kanten in die Diagonalstellung zu den Nicolhauptschnitten gedreht werden. In der Parallelstellung erscheinen sie gleichmässig mit dem ganzen Schnitte dunkel. Das ist also die Erscheinung, wie sie Mallard beschrieb.

Dass die Streifen in der Ebene der Basis liegen und nicht gegen dieselbe geneigt sind, lässt sich leicht erkennen, indem ihre Begrenzung gegen die benachbarte Partie des Schliffes in ihrer ganzen Länge bei derselben Stellung des Tubus in gleicher Schärfe und Zeichnung und sie selbst mit denselben Polarisationsfarben sichtbar bleiben.

Diese Streifen oder Leisten sind nichts anderes, als die Durchschnitte der in den Verticalschnitten sichtbaren Zwillingslamellen mit der Basis. Sie liegen in derselben Zone wie diese; jeder Zwillingslamelle entspricht, wenn dieselbe in ihrem Verlaufe überhaupt von dem basischen Schnitte getroffen wird, eine eben solche Lamelle in diesem. Daraus ergiebt sich aber, dass die Zwillingslamellen nicht eigentlich sagenitartige Nadeln, sondern mehr oder weniger breite, dünne Tafeln darstellen, die nach den Streifen auf $0P$ zu urtheilen den Hauptkrystall oft in seiner ganzen Breite durchqueren wie z. B. bei *a* in Figur 6, oft aber auch nur einen Theil desselben. Lamellen, die einen doppelten Rand zeigen, sind aus den zur theilweisen Deckung kommenden Durchschnitten zweier nach entgegengesetzter Seite geneigter, ungleich breiter Zwillingstafeln derselben Zone entstanden.

Die Zahl dieser Zwillingstafeln ist oft so gross, dass dieselben in den verschiedenen Schnitten oft vollkommen aus gleichbreiten abwechselnden Streifen gebildete Gitter zeigen. In anderen Fällen treten sie nur vereinzelt

auf, breite Streifen des Hauptkrystalls zwischen sich lassend, oder sie bilden auch selbst einzelne breitere Bänder.

Auch an den Polarisationserscheinungen zeigt sich das Uebereinanderliegen verschiedenartiger Lamellen. In Verticalschnitten (oder zur Verticalaxe geneigten) löschen manche Lamellen gar nicht aus, sondern bleiben in jeder Stellung hell. In solchen Fällen liegen verschieden orientirte Theile über einander. Recht auffallend ist die Erscheinung, dass eine in der Diagonalstellung zu den Nicolhauptschnitten lebhaft helle, breite Lamelle bei der Drehung des Präparates in die Parallelstellung zu jenen zur Hälfte auslöscht, die andere Hälfte hell bleibt. In dieser letzteren liegt also unter oder über der eigentlichen Zwillingslamelle noch eine Schicht von anderer Orientirung, während in der ersteren Hälfte die Zwillingstafel für sich die ganze Dicke des Schliffes erfüllt (Figur 8 in den beiden Pfeilen bei *d* angedeutet). Diese Verhältnisse sind auch der Schlüssel zu den optischen Anomalien, die im convergent-polarisirten Lichte beim Rutil beobachtet werden.

Jedenfalls sind auch die scheinbar einfachen Krystalle des Rutil grösstentheils polysynthetische Zwillingsstöcke; auch der Rutil gehört in die immer grösser werdende Reihe derjenigen Mineralien, welche so gut wie gar keine einfachen Krystalle besitzen. Es gehören aber der äussere Krystall und die ihn componirenden Zwillingstheile beim Rutil demselben Symmetriesysteme, dem tetragonalen an, wie hier vorgreifend schon bemerkt sein mag.

Die von mir untersuchten Rutile zeigen alle lebhaft braungelbe oder röthlichgelbe bis braune Farbentöne, aber immer nur einen ganz schwachen, kaum wahrnehmbaren Dichroismus. Am auffallendsten erscheint derselbe an Zwillingslamellen eines nahezu der Basis parallelen Schnittes eines Rutil von Lampersdorf. Wenn die Längsrichtung der Streifen mit dem Hauptschnitte des Nicols parallel steht, erscheinen dieselben gelb mit einem Stich ins Rothe, wie die umgebenden Partien, in der dazu senkrechten Stellung dagegen grün.

Daher:

Axenfarben $\mathfrak{c}$ = grün (Radde's Farbenscala*), Gamme 10 · *k*—*l*)
gelbgrün, Cardinalton.

$\mathfrak{a}$ = gelb (Gamme 7 · *m*)
Cardinalton.

Auf dem Dichroismus beruht aber auch die oft mit grünlichen und röthlichen Streifen wechselnde Färbung der Platten, welche von Zwillingsstreifen durchzogen sind.

Die Untersuchung basischer Platten im convergent-polarisirten Lichte

---

*) Fischer (s. diese Zeitschr. 5, 396) macht den Vorschlag, bei Farbenbezeichnungen auf die Radde'schen Farbenscalen sich zu beziehen. Das scheint ganz besonders zur Bestimmung der Farbennüancen beim Pleochroismus geeignet, da es oft recht schwer ist, diese zu bezeichnen. Bezüglich der Bezeichnung vergl. Fischer l. c.

wurde unter Anwendung der von mir und von Bertrand angegebenen Vorrichtungen am Mikroskope ausgeführt. In vorliegendem Falle war im Allgemeinen die erstere Methode wegen der grösseren Deutlichkeit der erhaltenen Interferenzbilder vortheilhafter, jedoch that manchmal auch das grössere, wenn auch weniger deutliche Bild nach Bertrand's Methode gute Dienste. Die Combination beider Vorrichtungen an demselben Mikroskope gewährt überhaupt vielfache Vortheile*).

In den basischen Schnitten zeigt sich in den rechteckigen Feldern zwischen den Zwillingsstreifen (Fig. 6), d. i. also in den Theilen, die auch im parallelen Lichte bei einer Drehung des Präparates keinen Wechsel der Lichtintensität wahrnehmen lassen (sie löschen überhaupt nicht zu voller Dunkelheit aus), mit wenigen Ausnahmen, von denen noch die Rede sein wird, das regelmässige Interferenzbild einer optisch einaxigen Substanz ohne jede Störung. Ganz anders verhalten sich aber die Streifensysteme. Ueberall ohne Ausnahme erscheint in diesen ein anomales Interferenzbild, das aber keineswegs in allen Streifen übereinstimmt.

An vielen Stellen gleicht es auf den ersten Blick dem einer zweiaxigen Substanz. Bei einer Drehung des Präparates gehen die Kreuzbalken zwar auseinander, aber ohne eine deutliche Trennung in zwei Hyperbeln. Bei geschlossener Stellung des Balkenkreuzes bilden auch die isochromatischen Linien keine Lemniscaten, sondern stets vollkommene Kreise.

In anderen Fällen erinnert das sichtbar werdende Interferenzbild, immer innerhalb der Streifen, an das bekannte Axenbild des Brookit, oder ein solches, wie es durch Kreuzung zweier zweiaxiger Platten hervorgerufen werden kann. Das charakteristische Auftreten rother und grüner Farbensäume an den abwechselnden Kreuzbalken, wie es sich beim Brookit zeigt, erscheint auch hier an dem Interferenzbilde, jedoch fast stets mit einseitiger, unsymmetrischer Lage dieser farbigen Stellen.

In der That glaubte ich zunächst hier wenigstens in einem Theile der eingeschalteten Lamellen Brookit annehmen zu sollen. Dass dieses aber dennoch nicht zutreffend ist, zeigt sich sofort, wenn man das Interferenzbild im monochromatischen rothen und blauen Lichte erzeugt. Bei Brookit erhält man dann die regelmässigen Axenbilder einer zweiaxigen Substanz, die Axenebene im rothen Lichte normal zu der im blauen Lichte gestellt. Wendet man zur Beleuchtung der Sammellinse des Mikroskopes rothes Lithiumlicht und Lichtstrahlen an, die durch eine Kupfervitriollösung hindurchgegangen, so gelingt es bei den Interferenzbildern der Rutillamellen nicht, dieselben in dieser Weise zu zerlegen. Im Gegentheil, die allgemeine Erscheinung der Bilder bleibt ganz die gleiche in dem einen, wie in dem anderen Lichte. Es liegt daher in den Lamellen sicher kein Brookit vor.

*) Vergl. hierüber auch Laspeyres, diese Zeitschr. 4, 460.

Auffallend erscheint es ferner, dass ohne Ausnahme bei einer Drehung des Präparates in seiner Ebene stets dann, wenn die Hauptschwingungsrichtungen der Lamellen mit den Hauptschnitten der Nicols parallel stehen, das einfache Axenbild der einaxigen Substanz sichtbar wird. Hierin zeigt sich, dass nicht an und für sich zweiaxige Substanz vorliegt, sondern einaxige, deren Axenbild aber durch die Lamellen, wenn sie in diagonaler Stellung zu den Nicolhauptschnitten liegen, gestört wird.

Folgendes dient zur Erklärung der Erscheinungen. Ein basischer Schnitt trifft die dem Hauptkrystall eingeschalteten Zwillingslamellen in den gewöhnlichen Fällen unter einer Neigung von 24° 25′ gegen deren Verticalaxe. In anderen Fällen auch unter 32° 47′ und in den seltenen des zweiten Zwillingsgesetzes unter 62° 38′. Diese letzteren Fälle können aber unberücksichtigt bleiben.

Wenn man daher aus einem Rutilprisma eine Platte unter 25° gegen die Verticalaxe geneigt schneidet, wird man in dieser eine jenen Streifen im basischen Schnitt nahezu gleiche Lage für die durchgehenden Lichtstrahlen erhalten. Beider Interferenzbilder müssen daher übereinstimmen.

Das Interferenzbild in einer solchen Rutilplatte gleicht annähernd dem einer Calcitplatte, die unter 22½° gegen die Hauptaxe geneigt ist. Das Bild im Rutil ist beiderseitig nicht vollkommen symmetrisch und nicht so scharf. Es war mir zudem nur möglich, eine sehr kleine einfache, nicht selbst wieder verzwillingte Platte dieser Art herzustellen, so dass zur Orientirung über die Wirkungen der Combination mehrerer Platten unter einander die Calcitplatte als Substitut angewendet wurde. Diese ist ganz besonders geeignet die Verhältnisse, wie sie hier erörtert werden, sich klar zu machen.

Das Interferenzbild der Rutilplatte zeigt, wenn die Verticalaxe c der Lamelle parallel zu dem Nicolhauptschnitte gestellt ist (Fig. 7 a), zwei etwas ungleiche, schwache Ringsysteme, von einem dunkeln Balken parallel der Hauptaxe c durchquert. Bei einer Drehung der Platte um 45° ist der dunkle Balken verschwunden und man nimmt nur die Ringsysteme noch wahr (Fig. 7 a_1). Wenn es sich um sehr schmale Lamellen handelt, wo man das stärkste Objectiv 9 anzuwenden genöthigt ist und demnach nur ein sehr kleines Interferenzbild erhalten werden kann, hat die Erscheinung immerhin schon eine entfernte Aehnlichkeit mit einem zweiaxigen Bilde.

Wenn man aber nun zwei solcher Platten unter einem rechten Winkel kreuzt, so erscheint das Interferenzbild wie in Fig. 7 b und b_1. Bei Parallelstellung der Lamellen mit den Nicolhauptschnitten sieht man die beiden dunkeln Balken als ein geschlossenes Kreuz und die vier Ringsysteme. Bei einer Drehung des Präparates um 45° scheinen sich die Kreuzbalken zu öffnen, sie verschwinden und es bleiben nur die Ringsysteme sichtbar. Dieses Bild hat grosse Aehnlichkeit mit dem zweier gekreuzter zweiaxiger Platten.

Combinirt man endlich eine einaxige basische Platte mit einer oder zwei gekreuzten, geneigt geschnittenen Platten, so erhält man Interferenzbilder wie bei Figur 7 *c* und *d*. Wenn die Verticalaxe der einen oder die der beiden rechtwinklig gekreuzten Platten parallel zu den Nicolhauptschnitten steht, erscheint im Centrum das einfache einaxige Bild. Die isochromatischen Kreise zeigen nur an den vier Stellen, wo sie mit den Ringsystemen der beiden Platten interferiren, Störungen in der Färbung, die mehr oder weniger hervortreten. Bei einer Drehung der Combination um 45° verschwindet das dunkle Kreuz und die Anordnung der Ringe wird im Allgemeinen so wie in Figur 7 c_1 angedeutet. Nur nach aussen bleiben Theile der dunkeln Kreuzbalken erhalten. Bei diesen Combinationen zeigen sich auch die auffallenden rothen und grünen Färbungen an den abwechselnden Stellen der Kreuzbalken oder des Ringsystemes als Interferenzerscheinungen der combinirten Bilder (Fig. 7 *d* und d_1). Diese erinnern besonders an das Interferenzbild des Brookit.

Alle besprochenen Interferenzbilder lassen sich in den Streifensystemen basischer Rutilplatten mit den angegebenen Verschiedenheiten nachweisen.



Eine basische Platte eines mit Zwillingslamellen durchschossenen Krystalls ist so gestaltet, wie es Figur 8 andeutet. In der Richtung der Pfeile liegen Schnitte übereinander, wie sie den künstlich combinirten Platten entsprechen. Bei *a* z. B. zwei geneigte Rutilschnitte aus derselben Zone, aber mit entgegengesetzter Neigung, über basischen Theilen, bei *b* zwei gekreuzte schiefe Platten übereinander und über einer basischen Partie. Die Kreuzpunkte zweier zu einander rechtwinkliger Zwillingslamellen in dem basischen Schnitte (Fig. 6) zeigen Interferenzbilder wie die in Fig. 7 *b*, *c* und *d* dargestellten. Da bei der grossen Dünne der Zwillingslamellen und ihrer dichten Schaarung nur in den seltensten Fällen eine einzige Lamelle die ganze Dicke des Schliffes einnimmt, so findet man auch nur ganz vereinzelt das einfache Bild, wie es Figur 7 *a* darstellt.

Von der Dicke der einzelnen Zwillingslamellen, also von dem Verhältnisse der von den Lichtstrahlen in den einzelnen der Lage nach verschiedenen Theilen durchlaufenen Wege, hängen Verschiedenheiten in der Färbung der Interferenzbilder ab, die für jeden einzelnen Fall nicht festzustellen und zu erklären sind.

Es kommen aber auch einzelne Stellen in den basischen Rutilplatten vor, die eine wirkliche schwache Zweiaxigkeit zeigen. Dieselben liegen aber ohne Ausnahme nicht in den Streifensystemen der Zwillingseinschaltungen, sondern nur in den Rechtecken zwischen jenen. Dadurch sind sie von den vorher beschriebenen Interferenzbildern unterschieden, dass die isochromatischen Linien nicht mehr kreisförmig, sondern deutlich elliptisch verlaufen und demnach in keiner Stellung das wirklich einaxige Bild zu erzielen ist. Da aber solche, wenn auch nur schwach zweiaxige Stellen auch in

den Zwillingslamellen vorausgesetzt werden können, so wird dadurch die Möglichkeit von Variationen in den in jenen sichtbaren Interferenzbildern nur noch erhöht.

Die scheinbaren Winkel der optischen Axen in den wenigen zweiaxigen Stellen sind nur sehr klein. Die Ebene der Axen scheint ohne Ausnahme in der Diagonalen der Rechtecke zwischen den Zwillingslamellen, d. i. also in ∞P zu liegen. Dass hier nur eine Spannungserscheinung vorliegt, darf wohl daraus gefolgert werden, dass bei einem Verschieben des Präparates einaxige und zweiaxige Stellen allmälig in einander übergehen. Das Balkenkreuz öffnet sich mehr und mehr bis zum Maximum und schliesst sich ebenso wieder. Eine scharfe Grenze zwischen einaxiger und zweiaxiger Substanz ist nirgendwo zu ziehen. Sehr schön sind die beschriebenen Erscheinungen am Rutil von Pfitsch, Lampersdorf, Vannes und St. Yrieux zu beobachten.

Die anscheinende optische Anomalie am Rutil ist daher grösstentheils gar nicht als eine solche zu bezeichnen. Sie ist die gesetzmässige Folge der durch die Einschaltung von Zwillingslamellen bedingten combinirten Interferenzerscheinungen übereinander liegender einaxiger, aber gegen den basischen Schnitt verschieden geneigter Platten.

Ich wende mich nun der speciellen Erörterung der Pseudomorphosen von Titaneisen nach Rutil von Vannes zu.

Wie ich ebenfalls schon in meiner vorläufigen Notiz angeführt*), zeigen die Rutilkrystalle dieses Vorkommens fast alle die Beschaffenheit des sogenannten Nigrin, d. h. sie sind vollkommen metallisch glänzend und äusserlich blauschwarz wie Titaneisen. Wird aber ein Krystall durchschnitten, so erscheint die metallische Substanz immer nur als eine Hülle, die einen unveränderten rothen Rutilkern umgiebt und mehr oder weniger tief in das Innere desselben eingedrungen ist. Bei sehr dicken (2—3 cm) Krystallen ist diese Rinde oft nur wenige Millimeter stark, bei dünneren Krystallen ist sie bis zur Mitte vorgedrungen. Es finden sich Krystalle, die gar keine dem blossen Auge sichtbare Rutilsubstanz im Innern mehr enthalten.

Die meisten Krystalle lassen äusserlich die Formen des Rutil unzweifelhaft erkennen. Es finden sich einfache Prismen, die charakteristischen knieförmigen Zwillinge und zickzackförmigen Drillinge. Trotz einer starken Abrundung in den Kanten und Ecken gestatten die Krystalle in der Regel eine genaue Orientirung der aus ihnen herzustellenden Schliffe. Sie gleichen dem Rutilvorkommen von Limoges, St. Yrieux und Lampersdorf vollkommen. Die Oberfläche der Krystalle oder der Titaneisenhülle um dieselben erscheint wie geflossen und zeigt die Beschaffenheit eines körnigen

*) l. c. 9. Januar 1882.

Aggregates. Die Spaltbarkeit des Rutil setzt in der Regel in das Titaneisen hinein noch fort; ganz äusserlich ist dieselbe aber meistens verloren gegangen.

Schon diese Erscheinungen sprechen mit einiger Bestimmtheit dafür, dass hier nicht etwa eine Verwachsung, sondern eine Umwandlung vorliegt. Das bestätigen auch die Beobachtungen an der inneren Structur dieser Rutilkrystalle.

Die Umwandlung erfolgt im engsten Zusammenhange mit dem im Vorhergehenden besprochenen Infiltrationsproducte auf den Fugen der zweiten Spaltbarkeit nach $\infty P \infty$, weniger nach ∞P. Die beschriebenen braunen Lamellen erscheinen besonders reichlich in den Rutilen, die von einem starken metallischen Rande umgeben sind. Frisch rothe und gelbrothe Krystalle sind immer arm daran. Nach dem metallischen Rande zu erscheinen die Infiltrationslamellen immer dichter gehäuft, gehen in zusammenhängende Lagen über, nehmen allmälig echt metallische Beschaffenheit an, wie dieses schon im Vorhergehenden erwähnt wurde.

So pflegt denn auch das Titaneisen auf denselben Spaltungsfugen in den Rutil vorzudringen, auf denen jene Lamellen sichtbar werden. Das Titaneisen umgiebt die Rutilkerne in der Art, wie es in Fig. 9, Taf. III dargestellt ist. Leisten und Stäbchen, die sich durch Seitenverzweigung und Durchkreuzung zu zierlichen Skeletten und Gittern zusammenfügen, folgen fast ausnahmslos der Spaltung nach $\infty P \infty$. Zwischen denselben erscheint unveränderte Rutilsubstanz, immer reich an den braunen Infiltrationslamellen. Auch in den ganz zu derbem Titaneisen umgewandelten Rändern ist diese Structur immer noch wiederzuerkennen. Dieselben zeigen eine parallelstreifige Beschaffenheit und sind dadurch blättrig und spaltbar wie der Rutil. In Wirklichkeit ist nicht die Spaltbarkeit des Rutil dem Titaneisen eigenthümlich geblieben, sondern nur dadurch scheinbar erhalten, dass einzelne Lamellen nach $\infty P \infty$ sich endlich zu einem dichten Aggregate zusammenfügen. Wo daher Zwillingshälften mit verschiedener Lage der Spaltbarkeit aneinander stossen, da erscheinen auch die Streifen am Titaneisen in verschiedener Lage. Das kann man sehr schön auch an den von einer Titaneisenhülle umgebenen Krystallen von Lampersdorf wahrnehmen, wo im reflectirten Lichte der verschieden orientirte Glanz der parallelen Lamellen von Titaneisen diese Verschiedenheit ihrer Lage andeutet. Ich habe darauf schon bei Gelegenheit meiner Untersuchung über den Titanomorphit aufmerksam gemacht*), obgleich ich damals noch geneigt war, eine gesetzmässige Verwachsung anzunehmen.

Schon aus der unverkennbaren Mittelstellung, welche die braunen Infiltrationslamellen zwischen Rutil und Titaneisen einnehmen, musste der Schluss gezogen werden, dass dieselben durch eine Zufuhr von Eisen in

*) Diese Zeitschr. 4, 163.

der Form eines seiner beiden Oxyde und wahrscheinlich eine Verbindung dieses mit Titansäure gebildet würden.

Das musste durch analytische Untersuchung festzustellen sein.

Es wurde zu diesem Zwecke von einem Rutilkrystalle von Vannes, der mit dem Infiltrationsproducte reichlich durchspickt erschien und eine starke Rinde von Titaneisen besass, durch sorgfältiges Auslesen alle metallische Substanz entfernt und nur unter dem Mikroskop als braungelber Rutil erkannte Stückchen zur Analyse verwendet. Gleichzeitig wurde von einem anderen Rutilkern von frisch rothbrauner Farbe, der an Interpositionen arm erschien, ebenfalls Material zu einer Analyse ausgesucht. Die Resultate dieser beiden Analysen sind unter I. und II. aufgeführt. Unter den Rutilkernen von Vannes fanden sich ferner einige, deren ganze Substanz gleichmässig denselben tief kaffeebraunen Farbenton zeigt, wie ihn die braunen Lamellen besitzen. Dieser Rutil, äusserlich ganz metallisch und fast wie Titaneisen aussehend, wird erst in ganz dünnen Splittern und nur am Rande braun durchscheinend. Er schien seiner ganzen Masse nach aus demselben Producte zu bestehen, wie die Lamellen. Jedenfalls erschien es von Interesse, auch von diesem eine Analyse auszuführen. Das Resultat derselben ist unter III. mitgetheilt. Endlich ist unter IV. die Analyse ebenfalls sorgsam ausgesuchter, rein metallischer Substanz aufgeführt, die die Hülle eines im Inneren noch eine geringe Menge gelbbrauner Rutilsubstanz zeigenden Krystalles gebildet hatte. Die Analysen wurden durch Aufschliessen mit zweifach schwefelsaurem Kali ausgeführt unter Berücksichtigung der von Knop und Cathrein*) hervorgehobenen Vorsichtsmassregeln. Die Bestimmung des Eisenoxydulgehaltes erfolgte durch Titration aus einer im Kohlensäurestrom erhaltenen schwefelsauren Lösung, ebenfalls wie dort angegeben.

Die Bestimmung der spec. Gewichte wurde zum Theil im Pyknometer, bei geringeren Mengen in dem von Gisevius construirten Volumenometer ausgeführt.

Die erhaltenen Resultate sind:

	I.	II.	III.		IV.	
TiO_2	97,22	89,76	76,10		55,38	
FeO	2,83	6,23	17,35		36,31	
Fe_2O_3		3,88	5,40	Spur MgO, MnO	8,25	Spur MgO, MnO
	100,05	99,87	98,85		99,94	
	Sp. Gew. 4,173	Sp. G. 4,278	Sp. G. 4,463		Spec. Gew. 4,69	

Die Bestimmung des spec. Gewichtes an Proben anderer Stücke des Rutil von Vannes ergab noch folgende Werthe:

4,13; 4,21; 4,42; 4,61; 4,72; 4,80.

*) Diese Zeitschr. 6, 3.

Auch hieraus ist auf die durchaus wechselnde Zusammensetzung zu schliessen.

Was aus der Vergleichung der mitgetheilten Analysen ohne Weiteres sich ergiebt, ist der Umstand, dass die Zufuhr jedenfalls der Hauptsache nach aus Eisenoxydul besteht. Wenn in dem braunen Rutil, der in seiner Färbung durch die ganze Masse den Infiltrationsproducten auf den Spaltungsfugen anderer Krystalle gleicht, eine Zusammensetzung gefunden wird (III.), die ohne Zweifel die Bildung titansauren Eisenoxyduls erkennen lässt, so scheint es daraus gestattet, den Schluss zu ziehen, dass überhaupt der Beginn der Umwandlung und damit also die Bildung der beschriebenen Infiltrationslamellen auf der Ausscheidung von titansaurem Eisenoxydul auf den Spaltungsfugen des Rutil beruht. Wenn das Titan in seinen Dioxyverbindungen überhaupt grosse Aehnlichkeit mit dem Silicium zeigt, so findet die ausserordentliche Verwandschaft der Kieselsäure zum Eisenoxydul bei der Titansäure eine Analogie. Erst aus dem zuerst gebildeten titansauren Eisenoxydul geht dann durch höhere Oxydation Eisenoxyd hervor und tritt in die Verbindung ein. Seine Zunahme in den Analysen bleibt hinter der Zunahme des Oxyduls wesentlich zurück. Vielleicht entsteht hierbei auch Magneteisen, das mit dem schon gebildeten Titaneisen gemengt ist. Im anderen Falle muss man annehmen, dass ein Theil des gebildeten titansauren Eisenoxyduls $(FeTi)O_3$ durch Fe_2O_3 ersetzt wird.

Mit dem Weiterschreiten der Umwandlung tritt immer mehr Eisenoxyd in die isomorphe Mischung mit dem titansauren Eisenoxydul ein und so vermögen später Titaneisen zu entstehen, die mehr Eisenoxyd enthalten als Oxydul.

Dabei würde nothwendig successive Titansäure frei werden; denn während Eisenoxydul in 100 erfordert 47,37 FeO : 52,63 TiO_2, entspricht 53,32 Fe_2O_3 nur 46,67 TiO_2. Hieraus wäre dann auch eine Erklärung herzuleiten für die so weit verbreitet vorkommende Umwandlung des Titaneisens in Titanomorphit oder Titanit. Die Entstehung dieses letzteren setzt also gewissermassen ein an Eisenoxyd schon reicheres Titaneisen voraus, wie das auch die Untersuchung eines Titaneisens aus dem Alpbachthale bei Brixlegg in Tyrol durch Cathrein*) ergab. Ein Ueberschuss an TiO_2, den die Analysen zeigen, findet dann aber seine Erklärung auch in der Herkunft des Titaneisens aus Rutil und in dem Vorhandensein noch nicht umgewandelter Rutilsubstanz in jenem.

Auch die überaus ungleichen und früher auffälligen Verhältnisse von FeO und Fe_2O_3, wie sie die Analysen von Titaneisen derselben Fundpunkte ergaben, sind damit verständlich und sogar natürlich. Sie entsprechen eben verschiedenen Stadien in der fortlaufenden Umwandlung, als deren

*) l. c. 4.

Endglieder immer eisenoxydreichere Titaneisen erscheinen. Durch solche Processe können alle jene Titaneisen aus ursprünglichem titansaurem Eisenoxydul entstanden sein, welche neben Eisenoxyd mehr Titansäure enthalten, als die gefundene Menge Eisenoxydul zur Bildung des neutralen Salzes erfordert. Für die chemische Constitution aller in ähnlicher Weise aus Rutil hervorgegangenen Titaneisen — und ihre Zahl ist ohne Zweifel grösser als man bis jetzt weiss — ergiebt sich aber ferner die Nothwendigkeit, sie als isomorphe Mischungen von titansaurem Eisenoxydul mit Eisenoxyd anzunehmen, also

$$m(FeTiO_3) + nFe_2O_3$$

und nicht als isomorphe Mischungen von beiden Sesquioxyden Fe_2O_3 und Ti_2O_3. Da aber nach den Untersuchungen von Friedel und Guerin*) das Titanoxyd Ti_2O_3 unzweifelhaft isomorph ist mit dem Eisenoxyd, so wird man vielleicht zweierlei Titaneisen zu unterscheiden haben: 1) ursprünglich hexagonal-rhomboëdrisch krystallisirtes Titaneisen $(FeTi)_2O_3$, hierzu besonders die krystallisirten Vorkommen von Bourg d'Oisans (Crichtonit), Hofgastein (Kibdelophan), St. Gotthard, Miask, Norwegen gehörig, und 2) ein aus Rutil entstandenes, meist in rundlichen Körnern vorkommendes Titaneisen $FeTiO_2$ (titansaures Eisenoxydul), von unbestimmter Krystallform, zu letzterem die Vorkommen von der Iserwiese, Rio Chico in Neu-Granada, die aus vielen Dioriten und Diabasen u. a. zu rechnen**).

Dass übrigens solche Umwandlungen, wie sie hier im Titaneisen um die Rutilkerne von Vannes vorliegen, keineswegs vereinzelt sind, sondern wohl eine allgemeinere Regel repräsentiren, das findet auch in anderen schon vorhandenen Analysen Bestätigung. Eine solche theilt u. a. Janovsky***) von einem gewiss analogen Vorkommen unter den Titaneisenkörnern der Iserwiese mit. Ein ebenfalls noch in dünnen Splittern gelb durchscheinendes Korn ergab ihm: $TiO_2 = 70,01$, $FeO = 28,68$, dazu geringe Mengen von MnO, MgO, Nb_2O_5, SiO_2 und das spec. Gewicht $= 4,52$. Dass hier ein in der Umwandlung begriffener Rutil vorliegt, ergiebt der Ueberschuss von 38,18 % freier Titansäure sofort.

Auch alle sog. Nigrine erscheinen nun in ihrer ungleichmässigen Zusammensetzung und dem höheren spec. Gewichte (4,5) in anderem Lichte. Es sind in der Pseudomorphosirung begriffene Rutile. Sie enthalten mehr oder weniger unveränderte Rutilsubstanz, die in der Regel auch als Kern im Innern erscheint.

Auch die in weiter Verbreitung auftretenden mikroskopischen Rutil-

---

*) Compt. rend. 82, 509, 972.

**) Dieser Annahme stimmt auch Groth in einer brieflichen Mittheilung an mich bei.

***) Diese Zeitschr. 5, 400.

krystalle in den Gesteinen zeigen sehr oft einen metallischen, opaken Rand, der dieselbe Umwandlung andeutet.

Die Verbreitung des Rutil als primärer Gemengtheil in krystallinischen und Eruptivgesteinen, z. B. auch in norwegischen Gabbros, legt den Gedanken nahe, dass die Titansäure vielleicht ursprünglich grösstentheils in dieser Form vorgekommen und das Titaneisen in diesen Gesteinen überhaupt auf präexistirenden Rutil zurückzuführen sei.

Mit der reichlicheren Bildung von Titaneisen, das heisst nur an solchen Krystallen von Rutil, die schon von einem breiteren metallischen Saume umgeben sind, erscheint an den Pseudomorphosen von Vannes auch ein anderes Product, das an fast allen ähnlichen Vorkommen beobachtet wird: der Titanit in der eigenthümlichen Form, für die ich den Namen Titanomorphit gebraucht habe. Um die charakteristische Art des Vorkommens zu bezeichnen, verdient derselbe vielleicht beibehalten zu werden.

Dass die Bildung des dem Titanomorphit ähnlichen Productes hier immer erst in zweiter Linie, also nicht direct aus dem Rutil, sondern erst aus dem um diesen und in denselben hinein entstandenen Titaneisen erfolgt, geht aus der Erscheinung unmittelbar hervor und ist chemisch im Vorhergehenden auch erklärt worden.

Das Product bildet eine überaus feinkörnige, auch unter dem Mikroskope nicht näher bestimmbare gelbe, ockerähnliche Substanz, deren Färbung durch ein stets längs der Ränder der noch sichtbaren Titaneisenreste gelagertes rostfarbiges Pigment (Eisenoxyd) bewirkt wird. Zwischen diesem Producte finden sich Quarzkörnchen und vereinzelte Epidotleistchen. Figur 10 giebt eine Vorstellung, in welcher Weise diese Substanz an die Stelle des Titaneisens tritt. Von diesem bleiben schliesslich nur schmale Streifen übrig, die immer parallel der Spaltbarkeit nach $\infty P \infty$ im Rutil gerichtet sind, und die sich zu zierlichen Skeletten und Gittern vereinigen.

Es wiederholt sich also gewissermassen der Modus der Umwandlung, wie er für Titaneisen nach Rutil stattfand. Dieselben Gründe, die unter anderen auch Cathrein*) für die Entstehung des Titanomorphit durch Umwandlung geltend macht, haben daher hier in beiden Fällen Gültigkeit: das umgekehrte Grössenverhältniss von Rand und Kern, die durch alle Uebergänge zu verfolgende Zunahme von Randsubstanz auf Kosten des Inneren bis zum völligen Verschwinden des letzteren, ferner die überall in der Randmasse noch zerstreuten winzigen nicht umgewandelten Reste des Rutil resp. des Erzes.

Eine qualitative Prüfung einer geringen Menge der gelblichen Substanz ergab ausser der Reaction von Titansäure die Anwesenheit von Eisen, Kalk, Kieselsäure und Wasser. Daher hatte mir auch schon Graf von

*) l. c. S. 14.

Limur brieflich die Ansicht ausgesprochen, man könne die Substanz geradezu als Hydrorutil bezeichnen. Sie würde dann mit dem von Shepard beschriebenen Umwandlungsproducte des Titanit, dem Xanthitan*), vielleicht Aehnlichkeit besitzen. Jedenfalls wäre sie dann wohl nur ein durch Wasseraufnahme veränderter Titanomorphit. Die geringe Menge gestattete keine weitere Entscheidung.

Unter den zahlreichen Krystallen und Körnern des Rutil von Vannes, die mir zur Untersuchung vorlagen, befanden sich nur zwei, die schon äusserlich eine andere Beschaffenheit verriethen. Sie zeigten keine deutliche Form des Rutil und erschienen als ein körnig-metallisches Aggregat mit ockerigem Pulver gemengt und äusserlich mit Blättern eines braunen, tombackfarbigen Glimmers besetzt. Das ockerige Pulver ist grösstentheils in Salzsäure löslich und besteht demnach aus Eisenoxyd.

In diesem eingebettet erscheinen unter der Lupe kleine scharf ausgebildete, metallisch glänzende Kryställchen von der Form des Anatas ($P . 0P$, auch eine stumpfere Pyramide $\frac{1}{2}P$?).

Im Dünnschliffe erweist sich das ganze Korn als ein anscheinend regelloses Gemenge von Anatas, Rutil, Titanit, Epidot, Quarz, Eisenoxyd. Die Querschnitte des Anatas zeigen durchaus die charakteristische Beschaffenheit, wie sie zum Vergleiche an Präparaten der Vorkommen von Tavetsch und Brasilien untersucht wurde.

Auch bezüglich des Anatas sind Untersuchungen seiner Mikrostructur und seines optischen Verhaltens nur spärlich ausgeführt. Laspeyres fand kleine Krystalle aus dem Porphyr von Halle grün, Rosenbusch**) giebt an, dass er mit lavendelblauer oder gelblichweisser Farbe durchsichtig wird, sowie dass die Interferenzfigur oft Abnormitäten zeigt, indem das geschlossene Kreuz bei Drehung des Präparates in die Hyperbeln zerfällt. Nach Mallard***) sind tafelförmige Krystalle von Brasilien erfüllt mit rechtwinklig gekreuzten verschieden gefärbten Streifen; sehr dünn geschliffen zeigen sie im convergenten Lichte Lemniscaten mit sehr kleinen Axenwinkeln in allen möglichen Ebenen. Aehnlich verhalten sich Krystalle von Bourg d'Oisans, doch ist der Axenwinkel noch kleiner, der einaxige Charakter noch ausgeprägter. Mallard hält trotzdem den Anatas für monoklin.

Die Ergebnisse meiner Untersuchungen stimmen im Allgemeinen mit diesen Angaben überein. Querschnitte parallel der Verticalaxe zeigen in zahlreichen Rissen deutlich die Spaltbarkeit nach der Grundpyramide (Fig. 11 *a*). Sowohl in denen von Tavetsch, Brasilien, als auch Vannes ist die Färbung eine lichtblaue, die Krystallschnitte werden nur schwach

*) Dana, Mineral. S. 386.
**) l. c. S. 188.
***) l. c.

durchsichtig und erscheinen matt. Gelb gefärbte Streifen liegen genau parallel der Spaltbarkeit. Ein abweichendes optisches Verhalten dieser Stellen ist nicht zu beobachten.

In basischen Platten von Vannes und Brasilien treten die verschieden gefärbten Streifen ganz besonders deutlich auf. Die Vertheilung derselben zeigt sich in Fig. 11 *b*. Die blauen und gelben Streifen kreuzen sich rechtwinklig und liegen parallel der Spaltbarkeit. Hieraus und aus ihrer Lage in den Verticalschnitten ergiebt sich, dass dieselben der Ausdruck eines schaligen Baues nach der Pyramide sind.

In den basischen Schnitten zeigen die verschiedenen Farben keinerlei Dichroismus. Derselbe ist recht lebhaft in den Verticalschnitten.

An Krystallen von Brasilien wurde gefunden

für die blauen Stellen:

Axenfarbe $\mathfrak{a}$ = tiefblau, Radde's Scala: gamme 20, *g*—*h*. Blau, erster Uebergang in Violett,

$\mathfrak{c}$ = hellblau, Radde, 19, *i*—*k*. Cardinalton;

für gelbe Stellen:

Axenfarbe $\mathfrak{a}$ = hellgelb, Radde, 6, *t*—*v*. Gelb, erster Uebergang in Orange,

$\mathfrak{c}$ = tiefgelb mit orangeroth, Radde, 3, *r*—*s*. Orange, Uebergang ins Roth.

Das dunklere Gelb und das hellere Blau entsprechen demnach den Strahlen gleicher Schwingungsrichtung. Dieselben Farben zeigen auch die Querschnitte des Anatas von Vannes. Es kommen hier auch grünblau gefärbte Querschnitte vor.

In den basischen Schnitten von Brasilien und Vannes erscheint das Interferenzbild überwiegend vollkommen einaxig. Nur an wenigen Stellen ist eine kaum merkbare Oeffnung der Kreuzbalken wahrzunehmen. Die Balken erscheinen nicht dunkel, sondern blau gefärbt. Der Anatas ist optisch negativ sowohl für blaues, wie für rothes Licht.

In dem Anatas von Brasilien erscheinen in dem basischen Schnitte unter gekreuzten Nicols zahlreiche sehr lange, dünne, helle Nadeln, die in allen möglichen Richtungen durch den Krystall hindurchsetzen und eine sehr schiefe Auslöschung besitzen. In gewissen Stellungen löschen alle Nadeln gleichzeitig aus; eine Vermuthung über ihre Natur vermag ich nicht auszusprechen.

In dem Anatas von Vannes kommen erwähnenswerthe Einlagerungen nicht vor. Mit ihm zusammen erscheinen zunächst in den erwähnten Aggregaten auffallend Rutilleisten. Dieselben liegen unter einander parallel und löschen gleichzeitig aus, obschon sie durch Anataskörner getrennt sind.

Darin glaube ich vielleicht einen Beweis sehen zu dürfen, dass sie ursprünglich einem Krystall angehörten. Sonst ist die Frage nicht mit Sicherheit zu entscheiden, ob Anatas oder Rutil älter oder ob sie gleichzeitig entstanden seien. Die begleitenden Mineralien: Titanit in farblosen und schwach gelblichen Körnern, Epidot in gelben, lebhaft polarisirenden Partikeln und Quarz machen immerhin eine erfolgte Umwandlung wahrscheinlich. Von Titaneisen zeigt sich hier keine Spur. Jedenfalls bietet das Zusammenvorkommen von Anatas und Rutil in so unmittelbarer Berührung Interesse und daher verdienen diese Körner Beachtung.

Ueber das Vorkommen der beschriebenen Rutilkrystalle mag schliesslich noch kurz Folgendes angegeben sein. Es wurde schon erwähnt, dass sie aus dem Gebiete des Granitgneisses des Golfes von Morbihan herrühren. Der Gneiss, von sehr grosskörniger Beschaffenheit, ist stark verwittert und zum Theil in losen Sand umgewandelt, welcher die wenig hohen Küstengehänge bedeckt. Gänge eines pegmatitischen Granites, amphibolreicher Diorite im Gneiss und endlich Lagen des braunen, bronceglänzenden Glimmers in demselben enthalten vornehmlich die Rutilkrystalle. Von hier rühren die Geschiebe her, die sich auch längs der Küste auflesen lassen.

V. Ueber Cordieritzwillinge in einem Auswürfling des Laacher Sees.

Von

A. von Lasaulx in Bonn.

(Hierzu Taf. III, Fig. 12—17.)

Gelegentlich meiner Mittheilungen über die mikroskopische Untersuchung Kelyphit-artiger Umrindungen um Granat habe ich schon auf die Zwillinge von Cordierit aufmerksam gemacht, die ich in einem Cordieritgneiss-Auswürfling des Laacher Sees auffand, den ich der in ihm enthaltenen stark angeschmolzenen Granaten wegen in Dünnschliffen untersucht hatte*).

Die ausserordentliche Mannigfaltigkeit dieser Zwillinge, sowie der Umstand, dass daran ein für den Cordierit, von dem Zwillinge überhaupt sehr selten beobachtet sind, neues Zwillingsgesetz nachzuweisen war, rechtfertigen es, dass ich hier ausführlich auf dieselben zurückkomme.

Die Untersuchung der Dünnschliffe ergab, dass das Gestein wesentlich aus Cordierit, Plagioklas und Magnetit zusammengesetzt ist, denen sich vereinzelte Querschnitte von Hornblende zugesellen. Diese letzteren sind etwas grösser, während im Allgemeinen das Gemenge von Plagioklas und Cordierit ein ziemlich gleichmässiges ist. Die im Gesteine liegenden dunkel-braunrothen Granaten haben bis zu 4 mm Durchmesser und zeigen, sowie auch der Cordierit und Plagioklas, deutliche und starke Anschmelzung. Dadurch sind auch die Cordieritquerschnitte vielfach abgerundet und von einem lichtbraunen Glassaume umgeben.

Der Cordierit überwiegt an Quantität ganz bedeutend, einzelne Stellen in den Schliffen bestehen nur aus Cordieritkörnern.

---

*) Sitzungsber. der niederrhein. Ges. für Natur- und Heilkunde 1882. Sitzung vom 3. Juli.

Wo er scharfe Formen besitzt, lassen seine mehr oder weniger parallel der Verticalaxe gelegenen Schnitte die Combination $\infty P \,.\, 0P \,.\, \frac{1}{2}P \,.\, \breve{P}\infty$ erkennen; sie erscheinen als langgezogene Rechtecke, an denen die Ecken abgestumpft sind, durch Flächen, deren Neigung zur Verticalaxe zu annähernd 61° bestimmt wurde. Diese gehören demnach der Pyramide $\frac{1}{2}P$ und dem Brachydoma $\breve{P}\infty$ an, welche mit 61° 7′ resp. 60° 49′ gegen c geneigt sind. Kurzprismatische Krystalle besitzen hiernach einen achtseitigen Querschnitt.

In basischen Schnitten erscheint oft nur ∞P und $\infty\breve{P}\infty$, dann bilden dieselben ein anscheinend regelmässiges Hexagon. Nicht selten kommen aber die Flächen des Prismas $\infty\breve{P}3$ und das Makropinakoid $\infty\bar{P}\infty$ hinzu und solche Querschnitte erscheinen als ein regelmässiges Dihexagon oder fast kreisförmig abgerundet (Fig. 15). Der Winkel $\infty P : \infty\breve{P}3$ beträgt 30°, der Winkel $\infty P : \infty\bar{P}\infty = 30° 25'$. Zur genauen Orientirung über die Lage der Schnitte ist ganz besonders auch der starke Pleochroismus geeignet:

$\mathfrak{a}$ = hellgelblich, fast farblos,
$\mathfrak{c}$ = licht himmelblau,
$\mathfrak{b}$ = gelblich graublau.

Basisch geschnittene Krystalle im Präparate zeigen die blaue Farbe; die Axe der grössten Elasticität liegt in der krystallographischen Verticalaxe c, mit der die negative Bissectrix zusammenfällt; die Ebene der optischen Axen liegt im makrodiagonalen Schnitt.

Fast die Mehrzahl der Cordieritquerschnitte erweist sich als Zwillinge.

Alle sind Zwillinge nach dem Typus des Aragonit, aber gebildet nach zwei Gesetzen: 1) Zwillingsebene die Fläche des verticalen Prismas ∞P, dessen Kantenwinkel an der Makroaxe 60° 50′ misst, und 2) Zwillingsebene die Fläche des verticalen Prismas aus der brachydiagonalen Reihe $\infty\breve{P}3$, dessen Kantenwinkel an der Brachyaxe 59° 10′ beträgt. Am häufigsten sind die Zwillinge nur nach dem ersten Gesetze, das zweite Gesetz ist nur in Combination mit dem ersten von mir beobachtet worden.

Zwillinge von Cordierit sind bisher überhaupt nur einmal namhaft gemacht. Des Cloizeaux führt dieselben in seinem Manuel S. 355 von Huelgoat in der Bretagne an: zwei oder drei Individuen sind nach einer Fläche von ∞P vereinigt; einzelne Krystalle sind von Zwillingslamellen durchdrungen, die diesem Gesetze gehorchen. Anderweitige Angaben über Zwillinge des Cordierit sind mir nicht bekannt.

Die Zwillinge in den vorliegenden Dünnschliffen sind von überaus wechselnder Gestaltung.

Verhältnissmässig selten sind solche, die nur aus zwei Individuen bestehen und dann im basischen Schnitt die Gestalt besitzen, wie in Figur 12 angedeutet. Der schraffirte Theil zeigt die Zwillingsstellung. Wenn die

beiden Individuen gestreckt erscheinen in der Richtung der Prismenflächen, die nicht Zwillingsebene sind, bilden sie dann knieförmige Querschnitte ganz analog denen des Aragonit von Horschenz in Böhmen. Viellinge mit parallelen Zwillingsebenen erscheinen als zickzackförmig gebogene Gestalten, in denen die einzelnen durch die verschiedene Lage der Auslöschungsrichtungen sich abhebenden Theile parallele Begrenzung zeigen. Die Differenz in der Lage der Ebene der optischen Axen beträgt 60° 50', daher die Auslöschungen sich unter nahe 60° und 30° folgen.

Gewöhnlich erscheint diese Art der Zwillingswiederholung so, dass einem Hauptindividuum von regelmässigem Querschnitt zahlreiche parallele Zwillingslamellen eingeschaltet sind, die unter einander gleichzeitig Auslöschung zeigen (Fig. 14). Eine solche polysynthetische Streifung gleicht daher in den abgerundeten kleinen Schnitten der der gleichzeitig vorhandenen Plagioklase einigermassen und man bedarf der Orientirung durch den Pleochroismus oder durch Messung der Auslöschungsdifferenzen benachbarter Lamellen, um beide zu unterscheiden. In der Regel zeigen sich an den parallel gestreiften Cordieritzwillingen doch auch Andeutungen gekreuztliegender Lamellen (Fig. 14 II).

Andere besonders regelmässig ausgebildete Zwillinge oder Viellinge entsprechen den bekannten Gestalten der Aragonite von Molina und Bastennes. In regelmässig sechs- oder zwölfseitig umrandeten Schnitten (nach $0P$) erscheinen sechs Sectoren unter gekreuzten Nicols. Die gegenüberliegenden besitzen jedesmal gleiche Orientirung. Die Ebene der optischen Axen liegt in der Normalen zur Seite des Hexagons. Hiernach ist diese als die Kante zwischen Basis und Brachypinakoid bestimmt und die äussere Begrenzung dieser Drillinge also aus lauter Brachypinakoiden zusammengesetzt.

Die Auslöschungen liegen parallel und normal zu den Seiten des Hexagons, ihre Differenz in den angrenzenden Sectoren ist wiederum nahe 30°, resp. 60°.

In zwölfseitigen Querschnitten, wie in Figur 15, erscheinen die abwechselnden Seiten gebildet aus den Flächen von $\infty\breve{P}3$ und $\infty\breve{P}\infty$.

Die Grenzen der verschieden orientirten Sectoren liegen immer in der Richtung der horizontalen krystallographischen Axen, also auch den resp. Seiten des Hexagons parallel.

Ausser ganz schematisch gebildeten Drillingen dieser Art, wie in Figur 15 dargestellt, erscheinen aber fast häufiger complicirte Zwillingskrystalle, wo die einzelnen verschieden orientirten Theile in der Gestalt zahlreicher, aber immer in radialer, den Axen a paralleler Begrenzung liegender Lamellen sich durchkreuzen. Eine möglichst getreue Wiedergabe des basischen Schnittes eines solchen polysynthetischen Zwillingsstockes ist in Figur 13 gegeben. Die Zusammengehörigkeit und Lage der

einzelnen Theile ergiebt sich aus der Schraffirung; in der äusseren Begrenzung erscheinen beide Prismen $\infty P \,.\, \infty \breve{P} 3$ und Pinakoide $\infty \breve{P} \infty$ und $\infty \bar{P} \infty$. Zwillinge dieser Art haben eine unverkennbare Aehnlichkeit mit Tridymitzwillingen.

Gerade an solchen Zwillingen complicirten Baues pflegt nun auch das zweite Zwillingsgesetz sichtbar zu werden. Keineswegs vereinzelt kommen Lamellen vor, deren Begrenzung zu der anderer normal gestellt erscheint, oder die Lage der sechs Sectoren ist eine solche, wie der ebenfalls möglichst getreu nach der Wirklichkeit gezeichnete Querschnitt in Fig. 17 zeigt. Während in der oberen Hälfte die Zwillingsgrenze zwischen I und II dem gewöhnlichen Gesetze entspricht, wie auch die Stellung des Interferenzbildes zeigt, liegt die Zwillingsgrenze zwischen II und III anders. Sie steht normal zur Seite des Hexagons und, wie die Lage des Interferenzbildes in III ergiebt, normal zur Prismenfläche. Ebenso erscheint in der unteren Hälfte die Grenze zwischen III und II parallel der Seite des Hexagons, dagegen die Grenze zwischen II und I normal zu einer solchen. Die mit den gleichen Zahlen und gleicher Schraffirung versehenen Theile besitzen gleiche optische Orientirung.

Da die Flächen des Prismas $\infty \breve{P} 3$ an der Makroaxe, wo der Winkel von 60° 50′ des Hauptprismas gelegen ist, einen Winkel von 120° 50′ bilden, so ist es klar, dass sie mit je einer Prismenfläche einen Winkel von 90° 50′ bilden müssen. Ein Zwilling nach der Fläche $\infty \breve{P} 3$ gestaltet sich demnach wie im basischen Schnitte in dem Schema Fig. 16 angedeutet. Eine Vergleichung der beiden Schemata Fig. 12 und 16, worin jedesmal in den schraffirten Hälften die Zwillingsstellung gezeichnet ist, zeigt die Unterschiede ohne Weiteres. Die Zwillingsgrenze liegt im ersteren Falle (Fig. 12) in der E c k e des Hexagons, welche aus einer Kante $\infty P : 0P$ und einer Kante $\infty \breve{P} \infty : 0P$ gebildet wird, im zweiten Falle (Fig. 16) liegt die Zwillingsgrenze normal zu einer S e i t e des Hexagons, die aus zwei Hälften einer Kante $\infty P : 0P$ sich zusammensetzt. Dass trotz der Verschiedenheit des Zwillingsgesetzes in den einzelnen Sectoren die Ebenen der optischen Axen und demnach auch die Auslöschungsrichtungen zusammenfallen, ergiebt sich ebenfalls. Nicht an besonderen Auslöschungsdifferenzen, sondern nur an der Lage der gegenseitigen Begrenzungen sind daher die beiden Zwillingsgesetze zu unterscheiden: das zweite Gesetz könnte daher füglich auch ausgedrückt werden: Zwillingsebene ∞P, die Verwachsungsebene normal zu dieser. Zwillinge ausschliesslich nach dem zweiten Gesetze gebildet, habe ich nicht beobachtet; in der Regel sind den polysynthetischen Zwillingen nach dem ersten Gesetze einzelne Lamellen eingeschaltet, die durch ihre zu den anderen normale Begrenzung sich als solche der zweiten Stellung charakterisiren.

Recht auffallend erscheint es, dass, während in den Dünnschliffen des

vorliegenden Auswürflings weitaus die Mehrzahl der Cordieritquerschnitte Zwillingserscheinungen zeigt, in zwei anderen Cordieritgneissauswürflingen vom Laacher See vollkommen vergeblich darnach gesucht wurde; auch in den mir zu Gebote stehenden Cordieritgneissen von Sachsen vermochte ich nicht desgleichen zu finden.

Die deutlichen Anzeichen der intensiven Wärmewirkung, welche in den Schmelzzonen um die Granate und Cordierite in jenem Auswürflinge wahrzunehmen sind, erregen fast die Vermuthung, dass eben jene secundäre Erhitzung auch an der Ausbildung der Zwillingserscheinungen Theil habe. Versuche dieser Art an Cordieritplatten sind allerdings bisher ohne Erfolg geblieben; freilich waren die Temperaturen, bei denen operirt werden konnte, auch bedeutend niedriger als jene, auf welche die Einschmelzung des Auswürflings schliessen lässt.

VI. Kürzere Originalmittheilungen und Notizen.

---

1. A. Schrauf (in Wien): **Ueber die Verwendung der Bertrand'schen Quarzplatte zu mikrostauroskopischen Beobachtungen.** Die nachfolgenden Zeilen beabsichtigen die Aufmerksamkeit der Fachgenossen neuerdings auf die von Bertrand*) vorgeschlagene $\frac{1}{4}$-Quarzplatte zu lenken. Die meisten optischen Werkstätten — nach deren Catalogen zu urtheilen — haben sich diesem Vorschlage gegenüber ablehnend verhalten; sie liefern jetzt meist ein separates Ocular mit Calderon's Platte.

Ich benutze zu stauroskopischen Beobachtungen theils Calcit-, oder eine von mir selbst combinirte Quarzplatte, theils seit sechs Jahren die Bertrand'sche Platte, in den letzten Jahren auch Calderon's Combination. Bei nüchterner Erwägung der Bedürfnisse eines Mineralogen muss ich aber gestehen, dass nur die Bertrand'sche Platte Genauigkeit und Bequemlichkeit des Arbeitens in gleichem Maasse ermöglicht.

Das für die Bertrand'sche $\frac{1}{4}$-Quarzplatte passende Ocular habe ich mir vor sechs Jahren durch Merz in München separat anfertigen lassen. Es ist nämlich nöthig, dass die Distanz der beiden Linsen im Ocular gegen die normale Focaldistanz etwas vergrössert wird, wenn in diesem Ocular an Stelle des Diaphragmas die Quarzplatte eingekittet werden soll. Diese Verlängerung des Oculars eliminirt den Einfluss der Lichtbrechung durch den eingeschalteten Quarz und deshalb wird auch die definirende Kraft des Mikroskops nur unmerkbar geschwächt.

Ist diese Vorsichtsmassregel in Beziehung auf das Ocular beobachtet, die Quarzplatte selbst vollkommen rein und planparallel geschliffen, so vereinigt ein solches Ocular folgende Vorzüge in einem.

Es dient für Vergrösserungen zwischen 200—500 als gewöhnliches Beobachtungsocular und die gekreuzten Verbindungsstellen der vier Quarzsectoren ersetzen gleichzeitig ein Fadenkreuz, so dass mittelst desselben Oculars Winkelmessungen möglich sind. In Verbindung mit dem Polarisator kann es benutzt werden, um den Dichroismus und um die Orientirung des Farbenintensitätsmaximums gegen die Kanten zu bestimmen. Mit Polarisator und Analysator wirkt es wie eine empfindliche Quarzplatte überhaupt, und die schwach doppeltbrechenden Stellen optisch-anomaler Krystalle treten, verschieden gefärbt, deutlich hervor. Schliesslich dient das Ocular noch zu wahren stauroskopischen Messungen.

Man kann somit den Hauptaufgaben des beobachtenden Mineralogen in den meisten Fällen mit diesem einen Oculare genügen, und behält das zu untersuchende, eingestellte Object während aller nöthigen Beobachtungen deutlich

*) Diese Zeitschr. 1, 76.

sichtbar, unverrückt im Gesichtsfelde. Dabei ist letzteres nur wenig kleiner als jenes, welches ein gleiches Ocular, aber ohne Quarz, geben würde.

Jetzt hat Herr Carl Reichert (Wien, VIII), dessen Mikroskope ausgezeichnet sind, für seine Instrumente nach meinen Angaben ein solches Ocular gefertigt. Es ist das sein adaptirtes Ocular II, mit einer Focaldistanz von circa 48 mm. Obgleich erst wenige Tage verflossen sind, seit es bekannt, dass ich mich herbeiliess, den genannten Optiker mit den nöthigen Details vertraut zu machen, so hat derselbe doch bereits von mehreren Anstalten Auftrag erhalten, ihnen solche Oculare zu liefern.

Min. Mus. Wien, 24. April 1883.

2. O. Luedecke (in Halle a. d. S.): **Ueber die Formen des Bleioxyds.** Mitscherlich*), Nordenskiöld**), Rammelsberg***) und Grailich†) machten früher Mittheilung über die rhombischen Formen des Bleioxyds; Marx††), Beudant und Becquerel†††) erwähnten reguläre Krystalle, von welchen später Hausmann§) nachwies, dass es Aggregate von rhombischen Krystallen wären. Interessant ist dabei, dass wirklich die Dimensionen der von Nordenskiöld gemessenen Krystalle: $a : b : c = 0,666 : 1 : 0,971$ sehr an reguläre Formen erinnern; nimmt man nämlich an Stelle von $c = 0,971$ die Zahl 1, so hat man: $a : b : c = \frac{2}{3} : 1 : 1 = 1 : \frac{3}{2} : \frac{3}{2}$, was einem regulären Ikositetraëder $\frac{3}{2}O\frac{3}{2}$ (322) entsprechen würde. Neben diesen Krystallen findet sich dann noch eine Literaturangabe von Fuchs§§), nach welcher das Bleioxyd, welches einen geringen Gehalt von Kieselsäure enthält, glasig (also wohl amorph) krystallisirt.

Herr Hofrath Geuther in Jena übersandte mir nun kürzlich ein Präparat von rothem Bleioxyd, welches er durch Zusammenschmelzen von Bleihydroxyd $Pb_3O_4H_2$ mit Kalihydrat erhalten hatte. Nach den von ihm angestellten Analysen war das Bleioxyd verunreinigt durch Bleisuperoxyd und Kaliumoxyd und zwar enthielten die drei Proben

	I.	II.	III.
PbO_2	2,9 %	5,5 %	7,5 %
K_2O	0,7	1,5	1,2

Es sind rothe, scheinbar quadratische Täfelchen von einem Durchmesser bis 2 mm, deren seitliche Begrenzungsflächen ganz verkümmert sind.

Die mikroskopische Untersuchung ergab, dass es tetragonale Combinationen sind von $0P(001)$, $\infty P(110)$ und $\infty P\infty(100)$; einige wenige liessen zwischen ∞P und $0P$ noch eine Pyramidenfläche bei 240facher Vergrösserung erkennen; viele sind in der Richtung der Nebenaxen stark verlängert, und die seitlichen Säulenflächen erscheinen dann an den stabförmigen Krystallen wie die Zähne einer Säge am Sägeblatt; sehr häufig zeigen die gelblichen bis rothbraunen Krystalle schlauchförmige Höhlungen. Zwischen gekreuzten Nicols im parallelen

*) Monatsber. der Berliner Akad. 1840, 11.
) Pogg. Ann. **114, 619.
***) Handb. der krystallogr. Chemie S. 80 (1855. Ausgabe), (1881. Ausgabe **1**, 181).
†) Sitzungsberichte der Wiener Akad. 1858, **28**, 282.
††) Journal für prakt. Chemie **8**, 217.
†††) Ann. de Chimie et Pharmacie **51**, 115.
§) Göttinger Nachrichten 1855, **40**.
§§) Schweigger's Journal **67**, 429.

Lichte bleiben sie bei einer Drehung von 360° um die Axe des Mikroskops vollkommen dunkel; im convergenten Lichte zeigen sie das bekannte schwarze Interferenzkreuz optisch einaxiger Krystalle. Nur wenige Krystalle, welche bei geeigneter Dicke genügende Durchsichtigkeit zeigen, lassen indess das letztere erkennen.

Der Gehalt an Bleioxyd wird auch durch den mikroskopischen Befund von hexagonalen [$0P(0001)$ und $\infty P(1100)$] Krystallen erklärt; auch sie zeigen das schwarze Interferenzkreuz optisch einaxiger Krystalle im polarisirten convergenten Lichte. In einzelnen Fällen sieht man beide Oxyde mit einander parallel verwachsen, so dass sie die Basis $0P$ und eine Fläche von ∞P gemeinsam haben.

Zum Vergleich hatte Herr Geuther auch das gelbe Bleioxyd hergestellt; indess sind die Formen desselben sehr undeutlich; doch kann man so viel constatiren, dass die Maxima der Auslöschung parallel einer ziemlich scharf hervortretenden Umgrenzungskante der gelben Blättchen sind, sowie, dass sie zwischen gekreuzten Nicols sehr lebhafte Polarisationsfarben zeigen; die Krystalle gehören daher wohl der schon bekannten rhombischen Modification des Bleioxyds an.

8. Preisaufgaben der Jablonowski'schen Gesellschaft in Leipzig.

Für das Jahr 1883.

Die Nachweisung und nähere Bestimmung der durch Einwirkung des Lichtes auf künstlich dargestellten und mit geeigneten Stoffen gefärbten Krystallen hervorgerufenen photoelektrischen Spannungen, so wie ihrer Beziehung zu den durch Temperaturänderungen erzeugten thermoelektrischen Erregungen.

Preis 700 Mark.

Für das Jahr 1886.

Es sollen unter Berücksichtigung der den Gegenstand behandelnden Literatur auf experimentellem Wege Beiträge zur Lösung der Frage geliefert werden, von welchen Verhältnissen bei krystallisirenden Substanzen die Entstehung der verschiedenen Krystallformen oder die gegenseitige Combination der einzelnen abhängig ist. Es wird gewünscht, dass namentlich dabei solche Substanzen in Betracht gezogen werden, welche eine Verallgemeinerung der gewonnenen Resultate auf die natürlichen Mineralvorkommnisse zulassen.

Preis 1000 Mark.

Die in deutscher, lateinischer oder französischer Sprache geschriebenen und mit einem Motto versehenen Abhandlungen sind, begleitet von einem versiegelten Couvert mit demselben Motto, welches innen den Namen und Wohnort des Verfassers enthält, bis zum 30. November des angegebenen Jahres an Herrn Geh. Hofrath Prof. Dr. W. Hankel, Leipzig, Thalstrasse 15c, einzusenden.

VII. Auszüge.

1. A. Liversidge (in Sidney): **Die Mineralien von Neu-Süd-Wales** (The Minerals of New South Wales, second edition, Sidney 1882, 137 S.). Das Buch ist ein durch Zusätze und Verbesserungen erweiterter Abdruck einer bereits im December 1874 vor der Royal Society of New South Wales gelesenen und in demselben Jahre in deren Transactions erschienenen Abhandlung.

Mit den »metallischen« Mineralien beginnend, giebt der Verf. zunächst eine ausführliche Uebersicht über Vorkommen und Gewinnung des Goldes, auch in historischer, technischer und statistischer Beziehung. Ueber ganz Neu-Süd-Wales so verbreitet, dass es kaum möglich ist, alle einzelnen Fundpunkte herzuzählen, findet sich das Gold am häufigsten in Alluvial-Ablagerungen, in mehr oder weniger gerundeten Körnern, Schuppen und Klumpen (nuggets) von verschiedenster Grösse; in Begleitung einer grossen Zahl von Mineralien, von denen einige in Neu-Süd-Wales noch nicht in situ aufgefunden werden konnten, wie Platin, Osmiridium, Sapphir, Rubin, Smaragd und Diamant. Gold in Adern findet sich hauptsächlich in Quarzgängen, die die älteren und metamorphischen Gesteine durchsetzen; in Begleitung von Pyrit und Arsenopyrit, die dann auch meist goldhaltig sind, und von gediegen Kupfer, Arsen, Galenit, Sphalerit, Molybdänit, Pyrrhotit, Cassiterit, Magnetit, Hämatit, Cuprit, Tenorit, Malachit, Baryt, Mimetesit, Scheelit, Chlorit, Talk, Asbest, Serpentin.

Das Vorkommen des Silbers, am häufigsten noch als Argentit, ist unbedeutend, ebenso das des Quecksilbers, gediegen und als Zinnober.

Platin und Osmiridium finden sich, wie schon erwähnt, zuweilen in Begleitung des Waschgoldes.

Kupfer kommt vor gediegen, sowie als Cuprit, Tenorit, Malachit, Azurit, Atakamit [nicht zu verwechseln mit dem berühmten Vorkommen von Burra-Burra in Süd-Australien. Ref.], Brochantit [vom Verf. durch Verwechselung mit Chalkanthit »blue vitriol or copper sulphate«, der auch als Synonym genannt wird, dem asymmetrischen Krystallsystem zugewiesen. Die citirte Analyse von Tschermak, Ber. der Wien. Akad. **51**, 131, entscheidet aber für Brochantit. Ref.], Chrysocolla, Phosphorochalcit, Redruthit, Bornit, Tetraedrit, Chalkopyrit und Domeykit. Es verlohnt nicht, die vielen einzelnen Special-Localitäten hier aufzuzählen, deren manche auch durch ein »said to occur« entwerthet sind; ein besonders mineralogisches Interesse bietet auch keines der betreffenden Vorkommnisse.

Gediegen Blei, schon früher erwähnt vom Peel River, Hanging Rock und anderswoher, wurde auch auf den Goldfeldern am Curangora bei Bingera, Grafschaft Murchison, in Begleitung von Serpentin gefunden. Ein Stück hatte das spec. Gewicht 11.04. Doch wurden dem Verf. auch Bleistücke gebracht, die

augenscheinlich von Flintenkugeln herrührten, welche ihren Weg in die Flussablagerungen gefunden hatten. Vereinzelt wurde beobachtet: Mennige, Cerussit, Anglesit, Pyromorphit, Mimetesit, Wulfenit, Galenit.

Wismuth findet sich gediegen mit Molybdänit und Gold in einem Quarzgange bei Tenterfield, Grafschaft Clive; in derselben Grafschaft bei Byrnes Lode in Klumpen; mit Kupfererzen bei Cobar, Grafschaft Robinson; auch noch eine Reihe anderer Fundpunkte wird erwähnt. Bismuthit (kohlensaures Wismuth) in mehr oder weniger gerundeten Körnern mit Stromzinn (stream tin) im New-England-District.

Gediegen Tellur soll bei Bingera, Grafschaft Murchison, vorgekommen sein.

Molybdänit findet sich an verschiedenen Stellen; gewöhnlich derb von grobkörniger Structur; auch in Körnern, Schuppen, Platten und tafelförmigen Krystallen von beträchtlicher Grösse. Am häufigsten auf Zinnerzgängen, die den Granit durchsetzen.

Arsen gediegen in derben Stücken bei Lunatic Reef, Solferino, Grafschaft Drake; ferner auf Winterton's Mine, Mitchells Creek und bei Louisa Creek, Grafschaft Wellington. Arsenopyrit an vielen Fundorten; grosse Krystalle mit Quarz bei Goulbourn, auch am Shoalhaven River mit kleinen Beryllprismen, die den Arsenopyrit durchdringen. Goldhaltiger Arsenopyrit mit Pyrit in grauem Steatit bei Peelwood, Grafschaft Roxburgh; besonders goldreich auch der Arsenopyrit von Ournie und von Lucknow. Löllingit bei Louisa Creek und bei Gundagay, in kleinen aber wohlausgebildeten Krystallen [leider ohne Analyse und ohne Messungen!]. Bei Louisa Creek auch Realgar und Pharmakolith, letzterer in grossen unvollkommenen grauen Krystallen.

Das Vorkommen des Antimonits an zahlreichen Punkten in Neu-Süd-Wales verlohnt der Ausbeutung; derb in Adern, gelegentlich in Rollstücken, selten in ausgebildeten Krystallen. Meist begleitet von Cervantit. Faseriger Jamesonit in Quarz bei Campbell Creek und Nuggety Gully, Bathurst District.

In werthvoller Menge findet sich Cassiterit, hauptsächlich in gerollten Körnern und Stücken als Stromzinn (stream tin), aber auch derb und krystallisirt; meist in Granit, ganz ähnlich dem Vorkommen in Cornwall. Die Krystalle zeigen ausser Prismen und Pyramiden auch öfter die Basis [bekanntlich an Krystallen anderer Fundorte sehr selten]; ferner kommen besonders grosse Krystalle vor, die von der ersten Pyramide allein gebildet werden. Auch Pseudomorphosen nach Feldspathkrystallen, ähnlich denen von St. Agnes in Cornwall, wurden aus dem New-England-District erwähnt. Beinahe alle Mineralien, die in Begleitung des Cassiterits in Cornwall, Deutschland, Frankreich, Amerika und anderswo vorkommen, haben sich ebenso in Neu-Süd-Wales gefunden.

Alle drei Modificationen der Titansäure sind in Neu-Süd-Wales beobachtet worden: Rutil in Bruchstücken gestreifter Krystalle oder gerundeten Körnern von haarbrauner Farbe, zusammen mit dem Edelsteinsande am Bald-Hill bei Bathurst und bei Uralla; Brookit bei Burrandong und bei Mudgee (hier vom spec. Gewicht = 4,13) in abgeriebenen, unvollkommen krystallisirten, gestreiften Plättchen von dunkelrothbrauner Farbe mit Metallglanz, hellroth durchscheinend; Anatas auf den »trockenen Gruben« (dry diggings) von Burrandong, in einigen schön krystallisirten Exemplaren am Cudgegong River, Grafschaft Phillip. Von Sphen sah der Verf. nur ein gut krystallisirtes Exemplar von grüner Farbe, von nicht näher bekanntem Fundort.

Wolframit findet sich in Rollstücken zusammen mit Cassiterit in manchen Theilen von New England; auf ursprünglicher Lagerstätte in Quarzgängen auf

den Elsmore- und Newstad-Gruben, auf Glen Creek, Grafschaft Gough und anderen Stellen in unvollkommen entwickelten tafelförmigen Krystallen. Ein Wolframit von Inverell, Grafschaft Gough, ergab:

WO_3	77,64
FeO	18,76
MnO	4,12
	100,52

entspricht also der Formel:

$$4FeWO_4 + 1MnWO_4.$$

Scheelit kommt in New England und bei Adelong vor. Ein Stück von der Victoria Reef Gold mine, Adelong, Grafschaft Wynyard, derb und nur theilweise auskrystallisirt, bernsteinfarben, durchscheinend, mit splitterigem Bruch, Fettglanz, dem spec. Gewicht = 6,097 und der Härte 4—5, wurde von Herrn Helms analysirt:

Glühverlust	0,25
WO_3	79,53
CaO	19,14
Al_2O_3	0,58
MgO	0,07
	99,57

Von Eisenerzen sind nur die Oxyde ziemlich verbreitet: Magnetit an vielen Fundpunkten, derb, körnig oder blätterig, auch krystallisirt in kleinen Oktaëdern; Hämatit gewöhnlich derb (ausgebildete Krystalle in Neu-Süd-Wales noch nicht beobachtet), aber auch als Eisenglimmer und Spiegeleisen; Goethit (und Brauneisenerz) derb, oder radialfaserig, auch schuppig, pisolithisch, nierenförmig und stalaktitisch. Unbedeutend ist das Vorkommen von Siderit, Chromit, Ilmenit, Pyrit, Markasit; auch findet sich Skorodit, Pharmakosiderit, Vivianit, Pyrrhotit, Ilvait und der hier eingereihte Chloropal; dieser letztere in Adern im Basalt der Two-mile Flat bei Mudgee, von pistaziengrüner Farbe, erdig, zuweilen etwas faserig, hat splitterigen bis erdigen Bruch, Härte 2—3, spec. Gewicht = 1,94 und die Zusammensetzung:

SiO_2	49,66
Fe_2O_3	29,11
MnO	Spur
CaO	2,61
MgO	0,51
Na_2O	0,60
K_2O	0,17
H_2O bei 105° C.	12,31
H_2O gebunden	5,22
	100,19

Ohne Bedeutung sind die Manganerze; erwähnt wird das Vorkommen von Pyrolusit, Wad, Kupfermanganerz, Braunit und Alabandin.

Kobalterze fehlen.

Nickel nur als Niccolit von Bathurst, vom Peel River und südwestlich von Weare's Creek.

Sphalerit von verschiedenen Fundorten, derb und krystallisirt; ein Vorkommen vom Braidwood-District soll beträchtlich gold- und silberhaltig sein.

Als Repräsentant der Gruppe *Ce, La, Di* ist bemerkenswerth der Monazit vom Vegetable Creek, Grafschaft Gough, analysirt von W. A. Dixon:

	I.	II.
P_2O_5	25,09	24,61
Ce_2O_3	36,64	68,08
La_2O_3, Di_2O_3	30,21	
ThO_2	1,23	
MnO	Spur	
MgO	Spur	
Al_2O_3	3,11	
SiO_2	3,21	
	99,49	

[Danach scheint dieser Monazit am nächsten dem von Amelia Co., Virginia, zu stehen, vergl. Dunnington, Amer. Chem. Journ. 1882, 4, 138, referirt in dieser Zeitschrift 7, 424. Der Ref.]

Spec. Gewicht = 5,001. Härte etwa = 5. Das gelblichrothe Mineral war krystallinisch, aber die Krystalle verbrochen und schlecht ausgebildet; ein Stück »schien ein monoklines Prisma zu sein«.

Die Aufzählung der »nichtmetallischen« Mineralien beginnt mit Kohlenstoff und Kohlen.

Das erste Diamant-Vorkommen in Neu-Süd-Wales wird im Jahre 1851 vom Reedy Creek, 16 miles von Bathurst, erwähnt. Abgesehen von anderen vereinzelten Funden, wurden im Jahre 1867 von Goldgräbern die Diamanten auf den Cudgegong Diamond-diggings, 19 miles von Mudgee, entdeckt, aber erst von 1869 an ausgebeutet; in Begleitung von Gold, Granaten, Holzzinn, Turmalin, Sapphir, Topas, Quarz u. s. w. Der grösste gefundene Diamant wog 5⅝ Karat. Die Farbe der Diamanten von Mudgee variirt von farblos bis strohgelb, braun, hellgrün bis schwarz. Durchschnittliches spec. Gewicht = 3,44. Von Krystallformen am häufigsten Oktaëder, Dodekaëder, Triakis- und Hexakisoktaëder, aber gewöhnlich mehr oder weniger gerundet; auch nicht selten flache trianguläre Zwillinge; ein Exemplar zeigte das Deltoiddodekaëder. Ganz ähnlich dem von Mudgee ist das Diamant-Vorkommen von Bingera. Die Bestimmungen des spec. Gewichts an 19 Bingera-Diamanten ergab im Mittel 3,42. Ferner wurden Diamanten auch gefunden beim Bald Hill, Hill End, und vereinzelt an vielen anderen Punkten; ein Stück »Bort« bei Bathurst, vom spec. Gewicht = 3,56 bei 70° F.

Graphit findet sich blätterig und strahlig an verschiedenen Punkten in Quarz und in Granit; in kleinen Partikeln auch im Hawkesbury sandstone.

Reich ist Neu-Süd-Wales an Kohlen, deren ausführliche Besprechung und zahlreiche Analysen aber für uns kein besonderes Interesse bieten. Höchstens ist erwähnenswerth eine eigenthümliche Art Cannelkohle, in Australien »Kerosene-shale« genannt, obwohl diese Bezeichnung durchaus nicht correct gewählt ist, da die Substanz keineswegs schalig-schieferig ist, auch das daraus darstellbare Oel wahrscheinlich kein Kerosin ist; auch der von Silliman eingeführte Name Wollongongit ist nicht gut, da gerade das Originalstück nicht von Wollongong, sondern von Hartley war, und ausserdem »Kerosene-shale« in Neu-Süd-Wales an vielen Fundorten vorkommt. Diese Cannelkohle bildet linsenförmige Ablagerungen in der gewöhnlichen Kohle, und zeichnet sich durch ein gleichmässiges, sehr dichtes Gefüge und grossmuscheligen Bruch aus; giebt beim Schlagen einen

dumpfen, hölzernen Klang; Farbe braunschwarz, zuweilen mit einem Stich ins Grüne, bis ganz schwarz; brennt leicht mit leuchtender, russiger Flamme; decrepitirt nicht und schmilzt nicht beim Erhitzen, sondern giebt gasförmige und flüssige Kohlenwasserstoffe ab; sehr geschätzt zur Leuchtgas- und Oelbereitung, da die besseren Qualitäten mehr als 80 % flüchtige Bestandtheile und wenig mehr als 10 % Asche halten.

Salzlager besitzt Neu-Süd-Wales nicht. Unwichtig sind die beobachteten Incrustationen und Efflorescenzen von Halit und Epsomit. Nicht selten, besonders in Höhlungen und unter geschützten Lagen des Kohlensandsteins, finden sich Efflorescenzen von Alunogen (Keramohalit); das Material von zwei verschiedenen Stellen bei Wallerawang ergab:

	I.		II.
Al_2O_3	15,20	Al_2O_3	13,11
Na_2O	0,93	MgO	3,73
K_2O	0,34	CaO	0,80
SO_3	34,63	SO_3	33,06
H_2O	47,59	H_2O	47,39
Verlust	0,23	(aus dem Verlust)	
Unlösl. Bestandth.	1,08	SiO_2	1,91
	100,00		100,00

das stimmt leidlich mit der Formel:

$$Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O.$$

Ziemlich reich ist das Land an Lagern von schönem Marmor; auch krystallisirter Kalkspath findet sich in verschiedenen Combinationen von Rhomboëdern, Skalenoëdern und der Basis; jedoch sind noch keine prismatischen Formen in Neu-Süd-Wales beobachtet worden; »Iceland spar« (Doppelspath) in kleinen Krystallen bei Dubbo. Häufiger kommen gute Krystalle von Aragonit vor, besonders in gewissen Kalksteinhöhlen und in Blasenräumen des Basalts.

Fluorit ist bis jetzt nur derb, oder in sehr unvollkommenen oktaëdrischen Krystallen beobachtet worden; Gyps dagegen an vielen Fundorten in Krystallen, ebenso Apatit an einigen Punkten.

Strontiumsalze fehlen.

Keines der erwähnten Baryt-Vorkommen bietet besonderes Interesse. Erwähnt werden auch Brucit, Hydrotalkit und Magnesit.

In der ganzen Colonie reichlich verbreitet findet sich Quarz, auch als Bergkrystall, Rauchquarz, Amethyst, Rosenquarz, Eisenkiesel; ebenso Jaspis, Hornstein, Chalcedon, Achat, Carneol, Onyx, Katzenauge, geschätzter Edelopal (am schönsten von der Rocky Bridge Creek, Abercrombie River, Grafschaft Georgiana aus einem zersetzten, feinkörnigen, bläulichgrauen Trachyt), gemeiner-, Halb- und Holzopal, Cacholong, Hyalit, Kieselsinter und Tripel.

Von Silicaten werden erwähnt: Chrysolith (durchsichtige hellgrüne Stücke auf manchen Goldfeldern), Wollastonit, Augit, Chondrodit [die Stellung zur Pyroxengruppe, noch mehr aber das angegebene spec. Gewicht = 3,349 lassen vermuthen, dass der Verf. hier vielleicht Chondrodit mit Kokkolith verwechselt hat. Der Ref.], Diallag, Hypersthen, Tremolith, Aktinolith, Salit [zur Amphibolgruppe gestellt!], gemeine Hornblende. Ein hellgraues, halbdurchsichtiges »Hornblendemineral« vom Mount Walker am Mudgee Road, bald feinkörnig, bald faserig, äusserst zähe, von der Härte 6—7 und dem spec. Gewicht = 3,003, ergab:

SiO_2	50,44
Al_2O_3	6,19
Fe_2O_3	1,25
CaO	28,70
MgO	11,14
Na_2O	1,16
Glühverlust	0,60
	99,48

Asbest findet sich manchfältig und reichlich, so dass auch eine Ausbeutung betrieben wird. Ein dunkles, olivengrünes »unvollkommen asbestförmiges« Mineral von Cow Flat hatte das spec. Gewicht = 3,02 und die Zusammensetzung:

SiO_2	49,45
Al_2O_3	9,69
Fe_2O_3	16,33
FeO	5,15
MnO	4,39
MgO	Spur
CaO	11,97
hygroskop. H_2O	1,08
gebundenes H_2O	1,94
	100,00

Erwähnt werden ferner Cyanit in fast weissen, flachen, dünnen Krystallen, Staurolith in kleinen braunen Krystallen im Talkschiefer bei Bathurst, Andalusit, Chiastolith, Zoisit, Epidot, Turmalin, Orthoklas, Adular, Albit, Oligoklas, Nephelin, Spodumen, Hauyn (unsicher), Glimmer (Muscovit), Prehnit und Allophan; doch sind diese Vorkommnisse entweder ohne nähere Beschreibung oder ohne Interesse.

Die Zeolithgruppe ist vertreten durch Thomsonit, Stilbit (Desmin), Heulandit in kleinen rothen Krystallen auf einem blaugrauen Schiefer bei Hartley, Grafschaft Cook; **Laumontit** in lachsfarbenen, krystallinischen Adern in einem blaugrauen Schiefer am Bathurst Road in der Nähe des Cox River, vom spec. Gewicht 2,5, der Härte 2,5 und der Zusammensetzung:

SiO_2	53,27
Al_2O_3	22,83
CaO	11,00
MgO	0,48
H_2O	12,65
	100,23

Ferner auch Apophyllit, Natrolith, Skolezit und Analcim; am häufigsten findet sich Chabasit, oft in guten Krystallen: in Basalt mit Delessit bei Muswellbrook, Grafschaft Durham, im Trachyt am Lachlan River; in einem zersetzten Mandelstein im Murrurundi Tunnel und an anderen Punkten; in einfachen rhomboëdrischen Krystallen von wachsgelber Farbe in einem schwärzlichbraunen Gestein (»puce-coloured« rock) am Fountain Head, in Begleitung eines hellorangefarbenen, pulverigen Minerals und einer graugrünen, specksteinartigen Substanz. **Gmelinit** von Inverell, Grafschaft Gough (auch Herschelit genannt, wie das

Vorkommen von Phakolith bei Richmond in Victoria), vom spec. Gewicht 2,100, ergab Herrn Helms:

	I.	II.	Mittel:
SiO_2	47,59	47,81	47,70
Al_2O_3	19,57	19,06	19,31
CaO	10,83	10,87	10,85
MgO	0,36	0,50	0,43
K_2O	1,15	1,21	1,18
Na_2O	0,29	0,49	0,39
H_2O	20,67	—	20,67
			100,53

entsprechend der empirischen Formel:

$$CaSiO_3,\ Al_2Si_3O_9,\ 6H_2O.$$

Serpentin findet sich reichlich und in verschiedenen Varietäten. Talk in »hexagonalen Krystallen« zwischen dem Gudgeby River und dem Naas Valley, Grafschaft Cowley, auch derb als Steatit an verschiedenen Stellen. Zum »Chlorit« (als Synonym für »Grünerde« gebraucht) und zum Delessit (»einem eisenhaltigen Chlorit«) stellt der Verf. ein röthliches, schieferiges Mineral, das in »Schiefern und anderen Gesteinen« in der Südost-Ecke des Rocky Ridge von den Herren Thomson und Taylor gefunden wurde: zerreiblich, erdig und mager anzufühlen, haftet an der Zunge, von Salzsäure zersetzt unter Abscheidung von körniger (!) Kieselsäure. Zusammensetzung:

SiO_2	61,95
Al_2O_3	24,12
Fe_2O_3	1,22
FeO	3,40
CaO	7,85
MgO	Spur
H_2O bei 105° C.	1,34
Verlust	0,12
	100,00

Die Substanz erscheint dem Verf. zu verdächtig, um eines besonderen Namens gewürdigt zu werden.

Als Pinit ist durch Herrn Dixon (Report of the Department of Mines, Sydney 1879) ein Mineral aus dem Serpentin am Hanging Rock beschrieben worden: derb, durchscheinend, meergrün, wachsglänzend, fettig anzufühlen, Strich und Pulver weiss, von der Härte 2, dem spec. Gewicht 2,68 und der Zusammensetzung:

	I.	II.
SiO_2	35,72	36,10
Al_2O_3	38,60	38,41
FeO	8,64	
MgO	5,40	5,64
CaO	0,61	
H_2O	10,96	
	99,93	

Kaolin findet sich nicht selten als Zersetzungsproduct des Granits; ein Lager von bester Porzellanfähigkeit bei Lambing Flat, King's Plains, Grafschaft

Bathurst, ferner auf einem Hügel beim Rocky Ridge und bei Barraba, Grafschaft Darling.

Ein Cimolit-ähnliches Mineral vom Richmond River, weiss, porös, stark an der Zunge haftend, von der Härte 2—2,5 und dem spec. Gewicht 1,168 (nach längerem Eintauchen in Wasser), ergab:

H_2O bei 100° C.	3,28
H_2O beim Glühen	4,34
Unlösliche SiO_2	51,35
Lösliche SiO_2	0,11
Al_2O_3	37,72
Fe_2O_3	0,46
CaO	0,34
MgO	1,25
Alkalien	Spuren
CO_2	1,54
	100,39

Wird zum Unterschied von Meerschaum beim Erhitzen mit Cobalt-Solution blau.

Halloysit findet sich in verschiedenen Farben; ein schwarzes Stück von Berrima, nicht an der Zunge haftend, weich, aber spröde mit muscheligem Bruch, ergab:

H_2O bei 105° C.	3,05
H_2O gebunden	12,84
SiO_2	45,29
Al_2O_3	38,55
CaO	Spur
Verlust	0,27
	100,00

Unter den »Edelsteinen« zeichnet sich in Neu-Süd-Wales der Korund durch Manchfaltigkeit des Vorkommens aus: mit Olivin in Basalt am Bald Hill, Hill End, Grafschaft Wellington; Rollstücke von der Diamond Drift am Cudgegong River hatten nach Thomson nur das spec. Gewicht 3,21 bis 3,44, aber die gewöhnliche Härte 9. Sapphir, gewöhnlich von sehr dunkler Farbe, doch auch hell und grün gefärbt, in gerollten und in vollkommenen, meist pyramidalen Krystallen vom spec. Gewicht 3,49 bis 3,59*), an vielen Fundorten, meist in Begleitung von Alluvial-Gold und auf Diamantfeldern. Herr A. M. Thomson entdeckte eine dem Mudgee-District eigenthümliche Varietät, in gleichartigen, tonnenförmigen Krystallen von $\frac{1}{4}$ Zoll Länge und $\frac{1}{20}$ Zoll Durchmesser von eigenthümlicher lavendelblauer Farbe mit dunkelblauen Flecken, von dem spec. Gewicht 3,59, der gewöhnlichen Härte und der Zusammensetzung:

Al_2O_3	98,57
Fe_2O_3	2,25
CaO	0,45
	101,27

*) In einer Tabelle von neun geschliffenen Steinen schwankt aber das spec. Gewicht zwischen 3,9115 und 4,2326 bei durchschnittlich 18° C.

Auch Sternsapphire sind nicht ungewöhnlich. Viel seltener sind Rubine. Ein Stück von Two-mile Flat, Grafschaft Hardinge, hatte das spec. Gewicht 3,59 und

Al_2O_3	97,90
Fe_2O_3	1,39
MgO	0,63
CaO	0,52
	100,44

Ein »Barklyit« (so nennt man in Victoria eine undurchsichtigere »magentafarbene« Varietät) von Two-mile Flat hatte bei 18°,5 C. das spec. Gewicht 3,7382. Demantspath von ebenda, von Uralla in der Grafschaft Sandon, von Bingera in der Grafschaft Murchison, und von Inverell in der Grafschaft Gough; geschnittene und polirte Stücke von Demantspath hatten das spec. Gewicht 4,0306 bei 17° C.

Beryll, zum Theil auch Smaragd, findet sich in Granit, mit Quarz und Zinnstein an verschiedenen Punkten. Chrysoberyll angeblich vom Macquarie River. Zirkon im Granit am Mitta Mitta, und am Moama River, etwa 4 miles westlich vom Jillamalong Hill, Grafschaft Cadell, ferner gewöhnlich im goldführenden Flusssande an vielen Orten, farblos und blassroth bis carmoisinroth, braun und undurchsichtig. Einige schön gefärbte, durchsichtige Geschiebe vom spec. Gewicht 4,675 ergaben Herrn Helms:

SiO_2	32,99
ZrO_2	66,62
Fe_2O_3	0,43
CaO	0,14
	100,18

Topas findet sich reichlich, namentlich in der ganzen Granitregion von New England, aber auch als Geschiebe, besonders von blaugrüner Farbe. Spinell kommt meist in den goldhaltigen Flussablagerungen vor, gut ausgebildete kleine Oktaëder nicht selten, hellbraun, roth und grün bis schwarz; soll auch in Sandstein vorkommen. Schwarzer, amorpher, blasiger Pleonast von den Mudgee-Diamantfeldern, stark glänzend, ohne Spaltbarkeit, vom spec. Gewicht = 3,77, der Härte 8, ergab nach A. M. Thomson:

Al_2O_3	64,29
Cr_2O_3	4,62
MgO	21,95
FeO	4,49
SiO_2 und unzersetzt	2,75

Granat kommt in mehreren Varietäten von verschiedener Zusammensetzung vor, in Dodekaëdern und Ikositetraëdern. Mitgetheilt werden die Analysen eines Kalkeisengranats, Andradit, in braunen Dodekaëdern mit Magnetit von Wallerawang:

	SiO_2	34,17
	Al_2O_3	3,25
	Fe_2O_3	29,44
	FeO	0,93
	MnO	0,55
	CaO	28,30
	K_2O	0,34
	Na_2O	0,19
hygroskop.	H_2O	0,32
	CO_2	1,98
	Verlust	0,53
		100,00

und eines Kalkthongranats, Grossular von Mudgee, dunkelbraun, durchscheinend, unvollkommen krystallisirt in Gruppen grosser Dodekaëder:

SiO_2	40,52
Al_2O_3	19,91
Fe_2O_3	0,29
FeO	3,16
MnO	3,70
CaO	32,24
MgO	Spur
CO_2	0,25
	100,07

Idokras soll in den Snowy Mountains mit Epidot, Diopsid und Granat vorkommen.

Ref.: C. Hintze.

2. **E. Reusch** (in Tübingen): **Ueber gewundene Bergkrystalle** (Sitzungsber. der preuss. Akad. der Wiss. 12. Jan. 1882). Der Verf. denkt sich die Entstehung dieser bekannten Gebilde in der Art, dass sich in einem Hohlraum zuerst breite, aber sehr dünne Krystalllamellen nach einem Flächenpaare des Prisma, mit einer verticalen Kante festgewachsen, gebildet und diese durch eine Wirbelbewegung der den Hohlraum erfüllenden Flüssigkeit deformirt worden seien. Diese Bewegung, etwa durch einen aufsteigenden Strom heisser kieselsäurehaltiger Lösung hervorgebracht, kann eine gewisse, durch die Structur der Krystalllamelle bedingte krummflächige Deformation der letzteren vielleicht schon während ihres Anschiessens, noch mehr aber unter der andauernden Wirkung des Wirbelstromes verursachen, und da die später abgelagerten Schichten sich unter dem orientirenden Einfluss der früheren absetzen, so werden sie das Abbild der deformirten Urlamelle darstellen. Möge die Axe des Flüssigkeitswirbels mit der horizontalen Mittellinie, d. h. der Verbindungslinie der Mitte der festgewachsenen Prismenkante mit der Mitte der gegenüberliegenden freien Verticalkante der Lamelle, zusammenfallen, und in Betreff der Deformation folgende Annahme gemacht werden: 1) Die Verschiebung jedes Punktes der Lamelle stehe senkrecht zu deren Ebene (xz-Ebene der Coordinaten) und sei in der oberen Hälfte nach hinten ($+y$), in der unteren nach vorn ($-y$) gerichtet. 2) Die Grösse der Verschiebung sei parallel dem Abstande des Punktes von der angewachsenen Kante (z-Axe der Coordinaten) und von der Mittellinie (x-Axe). Dann entspricht

nach der Deformation der freien Prismenkante der Lamelle eine schräg laufende Gerade und überhaupt jeder ursprünglich horizontalen Geraden eine ebenfalls horizontale, jeder ursprünglich senkrecht laufenden Geraden eine Gerade auf der deformirten Lamelle. Die Fläche der windschiefen Lamelle erhält man, wenn man entweder eine horizontale Gerade an der festgewachsenen und an der freien Kante so hingleiten lässt, dass sie fortwährend horizontal bleibt, oder dass man eine Gerade an der Mittellinie und der oberen Kante der Lamelle so hinführt, dass sie immer parallel der yz-Ebene der Coordinaten bleibt. Durch jeden Punkt der krummen Oberfläche gehen daher zwei gerade Erzeugungslinien derselben, welche einen um so spitzeren Winkel mit einander einschliessen, je weiter der Punkt von den Axen Ox und Oy absteht. Die Fläche selbst ist ein hyperbolisches Paraboloid, deren zwei durch den Scheitel O (den Mittelpunkt der festen Kante) gehende Erzeugungslinien senkrecht auf einander stehen, während ihr Winkel im Allgemeinen von 90° verschieden ist. Die Gleichung dieser Oberfläche ist:

$$y = v_1 xz,$$

wo v_1 die Verschiebung eines Punktes bedeutet, welcher von den Axen Ox und Oz je um die Längeneinheit absteht. Dieser Werth hängt von der Steifigkeit der ursprünglichen Lamelle und von der Intensität des Wirbels ab, muss also für verschiedene Exemplare verschieden sein.

Das Gesetz der Richtungsänderung der beiden Erzeugungslinien während ihres oben beschriebenen Hingleitens ist, wie leicht zu beweisen, das gleiche, nur wird die Drehung der horizontalen einem Beobachter auf Oz (dessen Fuss in O befindlich) als linke, die Drehung der der yz-Ebene parallelen einem Beobachter auf Ox als rechte erscheinen.

Die Existenz zweier nahe rechtwinkeliger Systeme von geraden Erzeugungslinien konnte der Verf. in der That an jedem wohlgebildeten, scharfkantigen gewundenen Bergkrystall mit Hülfe eines scharfkantigen Lineals constatiren, ebenso auch die Constanz und Gleichheit des Verdrehungswinkels beiderlei Erzeugungslinien durch zwei Lineale, welche durch ein zwischen ihren Breitseiten angebrachtes, 1 cm hohes Klötzchen getrennt und deren eines drehbar, das andere mit einer Kreistheilung am Ende versehen war. Wurden deren scharfe Kanten parallel einer der beiden Systeme der Erzeugungslinien an einen gewundenen Krystall angelegt, so konnte der Winkel der Drehung abgelesen werden, welche eine Erzeugungslinie erfährt bei ihrer Fortschiebung um 1 cm, und dieser Winkel ergab sich bei einem und demselben Krystall immer gleich, an welcher Stelle und parallel welcher Erzeugungslinie die Lineale auch angelegt wurden; so für ein sehr regelmässiges Exemplar $= 2\frac{1}{2}°$, entsprechend einem Werthe von $v_1 = 0,044$ cm, an anderen Krystallen bis 6°. Diese Verschiedenheit spricht dafür, dass der Werth von v_1 von zufälligen anfänglichen Umständen abhängt, während er wohl constant sein würde, wenn es sich um eine im Quarz selbst liegende mechanische Kraft der Drehung handelte.

Denkt man sich nun statt der ersten Lamelle zahlreiche, unendlich nahe an einander befindliche und in der gleichen Weise deformirte Lamellen, so lässt sich leicht zeigen, dass eine beliebige, der Ebene xy parallele, d. h. horizontale Gerade bei der Deformation wieder eine horizontale Gerade, ebenso eine in der zu Ox senkrechten Ebene liegende Gerade wieder eine Gerade derselben Ebene liefert. Daraus folgt, dass, wenn wir uns die bekannte Form eines gewundenen Bergkrystalls durch Horizontalebenen in beliebiger Höhe durchschnitten denken, alle Schnittlinien mit den gekrümmten Flächen von Prisma und Pyramide gerade Linien sein werden; insbesondere bleiben alle horizontalen Kanten des Krystalls

horizontal und gerade; ferner müssen in den so entstandenen Sechsecken die gegenüberliegenden Seiten parallel sein, wie vor der Deformation. Durchschneiden wir den Krystall mit Ebenen senkrecht zu Ox, so gilt für die Schnittlinien und die Sechsecke dasselbe. Was die geraden Projectionen eines solchen Krystalls betrifft, so ist die in der Ebene xOz (Eb. der ursprünglichen Lamelle) verzeichnete Projection des ursprünglichen Gebildes zugleich die des deformirten, die Horizontalprojection (auf Ebene xy) für den sechseckigen, in einer bestimmten Höhe gelegten Durchschnitt geradlinig, aber natürlich gegen Axe Ox gedreht; gekrümmt sind in letzterer Projection nur die Polkanten der Pyramide.

Denkt man sich eine beliebige Ebene durch das ursprüngliche Lamellensystem gelegt und entwickelt deren Gleichung nach der Deformation, so findet man, wenn man diese auf einen anderen Ursprung O_1 der Coordinaten bezieht, genau diejenige der ersten Lamelle, d. h. verschiebt man die deformirte Ebene parallel mit sich selbst von O_1 nach O, so legt sie sich vollständig auf die deformirte Urlamelle. Durch Messung konnte der Verf. in der That nachweisen, dass der Verdrehungswinkel der erzeugenden Linien sowohl auf den über den breiten Prismenflächen gelegenen Endflächen als auch auf den schmäleren Prismenflächen genau derselbe sei, wie auf den grossen Prismenflächen.

Durch die Deformation der Urlamelle müssen in einem solchen Quarzkrystalle in den freien Prismenkanten Spannungen erzeugt werden, welche sich zuweilen durch Quersprünge documentiren. Ausserdem wird die jene Spannungen erzeugende Strömung bestrebt sein, an der vorderen oberen und der hinteren unteren Seite des freien Endes (bei rechtsdrehendem Wirbel) die sich anlagernden Theilchen fortzureissen, und so könnte man sich die Entstehung der an diesen Ecken auftretenden charakteristischen grossen Trapezflächen mit eigenthümlichem unfertigen Oberflächenzustand erkären.

Der Verf. führt schliesslich noch aus, dass zwischen den stabilen Gleichgewichtslagen eines nicht deformirten rechten oder linken Quarzes eine labile mittlere, einer rhomboëdrischen (nicht trapezoëdrischen) Form, existiren könne, und dass, von dieser ausgehend, die Anregung zur Bildung eines rechten oder linken Krystalls, wie die Bildung der Trapezflächen, von einer äusseren Ursache, z. B. einem Flüssigkeitswirbel, dessen Axe der Hauptaxe des Quarzes parallel ist, gegeben worden sein könne. Wenn durch Umkehr der Richtung der zufliessenden Lösung auch der Wirbel sich umkehrte, so musste die Anregung zur Bildung entgegengesetzt drehenden Quarzes gegeben sein, und der Verf. ist geneigt, die Zusammensetzung des Amethystes aus zahlreichen Schichten von Rechts- und Linksquarz durch solche Wechselströme zu erklären.

Ref.: P. Groth.

8. Derselbe: Ueber eine Spaltungsrichtung am Gyps (Ebenda, 22. Febr. 1883). Der Verf. kommt auf den früher von ihm gefundenen Bruch β des Gypses zurück und weist nach, dass derselbe der von Hessenberg am Gyps von Wasenweiler gefundenen Fläche $\beta(\bar{5}09)$ entspricht. Um zur Herstellung desselben gleichmässig dünne Spaltungslamellen von Gyps zu gewinnen, setzt man das Messer senkrecht oder parallel zur Halbirenden des Winkels zwischen muschligem und Faserbruch und theilt jede Platte in gleich dicke Hälften; erleichtert wird das Spalten durch Einführung eines Tropfen Wassers in den begonnenen Sprung. Bringt man auf einer Platte von härterem Gyps (Montmartre, Aschersleben) die Schlagfigur mit dem runden Ende einer Stricknadel hervor, so erhält

man, durch die Schlagstelle gehend, ausser dem muschligen Bruch denjenigen nach β, der weiterhin in den faserigen umbiegt. Klemmt man eine Platte zwischen zwei Lineale, so dass sie nach dem Faserbruch hervorragt und klemmt sie nach diesem mit einem dritten Lineale ab, so entsteht meist auch der Bruch β in mehrfacher Wiederholung und eine Ablösung nach dem ersteren tritt nur ein, wenn man parallel demselben vorher mit einer spitzen Nadel eine Furche zieht. Besonders günstig zur Entstehung von β ist ein Abknicken nach (101), welches ungefähr gleiche Winkel mit jenem und mit (100) bildet, daher beide in häufiger Wiederholung an der Knickungslinie auftreten. An sehr klaren Brüchen dieser Art wurde der Winkel von β gegen den Faserbruch sehr nahe gleich dem berechneten Werthe für $(\bar{5}09) = 14^0\ 4'$ gefunden. Die Herstellung von β gelingt dagegen auf die angegebene Weise nicht an sehr weichem Gyps, z. B. dem von Reinhardsbrunn.

Der früher beobachtete und zur Erklärung des leichten Ueberleitens von β in den Faserbruch benutzte, zwischen beiden liegende Bruch war der muschlige einer in Zwillingsstellung nach (101) stehenden Partie an dem betreffenden Exemplar von Bologna.

Der zu Spaltungsversuchen besonders geeignete Gyps von Aschersleben zeigt eine Doppelknickung nach (101), es fällt also auch hier eine Fläche leichtester Knickung zusammen mit einer Zwillingsfläche.

Ref.: P. Groth.

VIII. Stauroskopische Untersuchungen.

Von

H. Laspeyres in Aachen.

(Mit 3 Holzschnitten.)

In einer früheren Mittheilung über »Stauroskope und stauroskopische Methoden«[1]) habe ich an zwei Versuchsreihen gezeigt, dass die jetzige stauroskopische Bestimmungsmethode bei zahlreichen Einstellungen und bei zuverlässig justirten Apparaten anderen physikalischen Messungsmethoden nicht nachsteht, und dass es sich deshalb empfehlen dürfte, zur Erhöhung der Genauigkeit und auch zur bequemeren Beobachtung den in der bisherigen Construction vielfach noch mangelhaften Stauroskopen eine bessere Einrichtung zu geben, um sie zu Präcisionsinstrumenten zu machen.

In einer späteren Mittheilung über »stauroskopische Anomalien«[2]) habe ich an mehrfachen Versuchsreihen nachgewiesen, dass es aber auch Krystalllamellen giebt, welche mit demselben ganz unverändert gebliebenen Stauroskope untersucht von der theoretischen Berechnung mehr oder weniger abweichende Resultate, sogenannte »Anomalien« ergeben, welche nicht wohl in der Krystalllamelle begründet sein können, sondern dass jedes Stauroskop von der bisherigen Construction mit einem specifischen optischen Fehler behaftet zu sein scheint, welcher bei derselben Substanz für verschiedene Plattendicken und Lichtarten verschieden ist und auch bei bestimmtem Verhältnisse zwischen Plattendicke und Wellenlänge gleich Null werden kann.

Hierdurch musste die Möglichkeit einer genauen Bestimmung der Lage der Schwingungsrichtung des Lichtes in doppelbrechenden Krystallen um so mehr in Frage gestellt werden, als Krystallplatten ungleich häufiger anomale als normale Resultate zu geben schienen.

---

1) Zeitschrift für Instrumentenkunde 1882, 14 und 54. Diese Zeitschr. 6, 429.

2) Diese Zeitschr. 6, 433, 1882.

Die Construction besserer Stauroskope musste in Folge dessen so lange hinausgeschoben bleiben, bis durch weitere stauroskopische Untersuchungen entschieden worden sei, ob durch Einführung anderer, für Polarimeter schon in Anwendung gebrachter Polariskope in die Stauroskope an Stelle des Calderon'schen Halbschattenapparates der Fehler der jetzigen Stauroskope so beseitigt werden könnte, dass alle in diesem neuen Apparate untersuchten Krystalllamellen gleich zuverlässige Resultate liefern, wie jene früher (1) untersuchten Calcit- und Barytlamellen.

Die von diesem Gesichtspunkte aus seitdem gemachten Versuche und durchgeführten Beobachtungsreihen sollen der Gegenstand dieser Abhandlung sein.

I. Vorversuche mit den verschiedenen Polariskopen.

Zu den in dieser Hinsicht zuerst anzustellenden Vorversuchen benutzte ich nicht das bei meinen früheren stauroskopischen Untersuchungen [1] [2] justirte Stauroskop des hiesigen mineralogischen Instituts (sog. alter Apparat), um an demselben keine Veränderung vorzunehmen, sondern immer das bei jenen Untersuchungen nebenher benutzte von R. Fuess geliehene Stauroskop (sog. neuer Apparat), in welchem der Winkel ν zwischen dem Hauptschnitte des Polarisator und der Normalebene durch den Mittel- und Nullpunkt des feststehenden Nonius zu $-0^0\ 7'$ bestimmt worden war.

Obwohl das Savart'sche Polariskop [3]) wie diejenigen von v. Kobell und Brezina auf der Veränderung einer Interferenzfigur durch Einschaltung eines die Polarisationsebene des einfallenden Lichtstrahles abändernden Medium zwischen dem Polarisator und Polariskop beruht und deshalb keine genauere Einstellbarkeit der zu untersuchenden Krystalllamelle versprach als jene Polariskope, glaubte ich doch den Versuch mit demselben nicht ganz umgehen zu dürfen, da es bei den Polaristrobometern von namhaften Physikern ganz besonders wegen seiner Empfindlichkeit, namentlich bei homogenem, Lichte gerühmt wird.

Das von Steeg in Homburg v. d. H. bezogene Savart'sche Polariskop, an der Stelle der Calderon'schen Calcitplatte befestigt, zeigt bei sonst unverändertem Apparate im Gesichtsfelde nur höchstens die drei

3) Wild, über ein neues Polaristrobometer, Bern 1865.
Wild, Carl's Repertorium für Experimentalphysik, 1869, 5, 337.
Landolt, optisches Drehvermögen u. s. w. 1879, 101.
Landolt, Bericht über die wissensch. Instrum. auf der Berl. Gewerbeausstell. 1879, 361.
Pfaundler, Physik 1879, 2, 642.
Wüllner, Lehrb. der Exper.-Physik 1875, 2, 608.

mittleren Interferenzstreifen zwischen den gekreuzten Nicols. Bei so beschränktem Gesichtsfelde weichen die Einstellungen um 1—2 Grad unter einander ab. Nach Einschaltung eines schwach vergrössernden astronomischen Fernrohres zwischen Analysator und Polariskop erhält man zahlreiche Interferenzstreifen, wodurch die Einstellung empfindlicher wird, aber meines Erachtens nicht empfindlicher als beim Brezina'schen Polariskop, geschweige beim Calderon'schen Halbschattenapparate. Deshalb habe ich mit dem Savart'schen Polariskope nur Vorversuche angestellt und keine Messungen durchgeführt.

Wird die Soleil'sche Quarzdoppelplatte[4]) an Stelle der Calderon'schen Calcitplatte in das sonst unveränderte Stauroskop eingesetzt, so erhalten bei Parallelstellung der Nicols durch Drehen des Analysator beide Hälften des Gesichtsfeldes die empfindliche Uebergangsfarbe, welche beim geringsten Weiterdrehen des Analysator einerseits in Blau, andererseits in Roth umschlägt.

Die angewandte, einem Saccharimeter von Schmidt und Hänsch in Berlin entnommene Quarzdoppelplatte lässt an Empfindlichkeit nichts zu wünschen übrig. Die gleiche Empfindlichkeit zeigt sich auch bei feststehendem, auf Uebergangsfarbe eingestelltem Analysator nach Einschalten der doppelbrechenden Krystalllamelle.

Topas von Nertschinsk.

Des Krystalles		Temperatur ° C.	Zweite Mittellinie oder Axe der grössten Elasticität			Optische Queraxe oder Axe der mittleren Elasticität			Differenz der Mittel oder Winkel zwischen den Elasticitätsaxen a' u. b'' oder a'' u. b'	Lichtart
Lage und Dicke mm	Seite nach oben		Hälfte a'[5])	Hälfte a''[5])	Mittel	Hälfte b''[5])	Hälfte b'[5])	Mittel		
			1. Mit Calderon's Polariskop.							
IV. 0,8212	Ober-	18	42° 36',0	222° 35',6	42° 35',8	312° 33',2	132° 35',2	312° 34',2	90° 1',6	W.
-	-	18	43 12,2	223 11,0	43 11,6	311 52,2	131 56,0	311 54,1	91 17,5	Gb.
			2. Mit Soleil'scher Quarzplatte.							
-	-	18	42 33,2	222 34,8	42 34,0	312 34,8	132 27,4	312 31,4	90 2,9	W.
-	-	18	43 13,6	223 10,8	43 12,2	311 59,2	131 48,2	311 53,7	91 18,5	Gb.

---

4) Compt. rend. 1845, **20**, 1805; 1845, **21**, 126; 1847, **24**, 978.
Landolt, opt. Drehvermögen. 1879, 91 u. 119.
Pfaundler, Physik. 1879, **2**, 641.
Wüllner, Lehrb. der Exper.-Physik 1875, **2**, 606; hier muss aber statt »bei gekreuzten Polarisationsebenen« bei parallelen gesetzt werden.

5) Jede solche Winkelangabe ist hier und in den folgenden Tabellen das Mittel aus je 10 Einstellungen und Ablesungen.

Bei Benutzung homogenen Lichtes, z. B. Natriumlicht mit Lösung von Kaliumbichromat dahinter, wird die Soleil'sche Doppelplatte bei parallelen Nicols zu einem Halbschattenapparate und zwar von derselben Empfindlichkeit wie der Calderon'sche bei gekreuzten Nicols [6]).

Nicht blos im Natriumlichte, sondern auch im Lichte von blauem und rothem Glase (bei directer Sonnenbestrahlung einer matten Glastafel als Lichtquelle) lässt sich die Soleil'sche Platte als Halbschattenapparat verwenden. Hat man nämlich bei solchem nur angenähert homogenem Lichte auf gleiche Dunkelheit beider Gesichtsfeld-Hälften die Krystalllamelle eingestellt und entfernt das bunte Glas, so zeigen stets beide Hälften dieselbe Uebergangsfarbe.

Nach den vorstehenden Winkelangaben kann die Soleil'sche Doppelplatte mit denselben Resultaten, aber auch mit den gleichen »Anomalien« wie der Calderon'sche Halbschattenapparat verwendet werden; nur ermüdet im weissen Lichte das Auge leichter bei dem Soleil'schen Polariskope der Farbe wegen, und ausserdem ist die Genauigkeit der Einstellung bei ihm abhängig vom Farbensinne des Beobachters, sowie von der Farbe der untersuchten Substanz.

Bei diesen vergleichenden Versuchen waren im Stauroskope nur die Lage der Topaslamelle sowie die Stellung des Polarisator genau dieselben geblieben. Das deutet darauf hin, den Grund der »Anomalien« in der fehlerhaften Construction des Polarisator zu suchen (vergl. unten S. 103).

Nicht unerwähnt kann es bleiben, dass E. Bertrand diese Quarzdoppelplatte zur »Bestimmung der Schwingungsrichtung doppelbrechender Krystalle im Mikroskope« vorgeschlagen hat [7]).

Zu den Versuchen mit der Laurent'schen Quarzplatte [8]) benutzte ich vorzugsweise eine solche, welche einem von Hofmann in Paris gefertigten Polaristrobometer entnommen war und sich als sehr empfindlich im Natriumlichte erwies. Dieselbe hat demnach ohne Zweifel die vorschriftsmässige Dicke von $(2x - 1)$ 0,033 mm.

---

6) Lässt man die Lösung von Kaliumbichromat fort, so zeigt das Gesichtsfeld nicht grauen, sondern wegen der nicht gelöschten blauen und violetten Lichtstrahlen der Bunsen'schen Flamme bläulichgrauen Halbschatten.

7) Diese Zeitschrift 1877, **1**, 69.

8) Journal de physique 1874, **3**, 183; 1879, **8**, 164; 1882, **1**, 552.
Dingler's Polytechn. Journ. **228**, 608.
Compt. rend. 1878, **86**, 622; 1879, **89**, 665.
Wiedemann, Beiblätter 1880, **4**, 890.
Landolt, opt. Drehvermögen 1879, 115.
Landolt, Berichte über die wissensch. Instr. auf der Berliner Gewerbe-Ausstellung 1879, 363.
Wüllner, Lehrb. der Exper.-Physik 1875, **2**, 568.
Pfaundler, Physik 1879, **2**, 649.

Wird diese Platte im Stauroskope horizontal oberhalb der Linse *e'* über dem Polarisator im Collimatorrohr befestigt, so dass sie das Gesichtsfeld halb bedeckt und ihr der eigenen Axe paralleler Rand dem durch den Nullpunkt des Nonius gehenden Radius des Theilkreises parallel geht, der Polarisator aber so gestellt, dass sein Hauptschnitt 1—2° mit der optischen Axe der Quarzplatte bildet, während der Hauptschnitt des Analysator normal zu derselben Axe steht, so sind beide Hälften des Gesichtsfeldes gleich beschattet, jedoch nach dem Einschalten der zu untersuchenden Krystalllamelle nur dann, wenn eine ihrer Hauptschwingungsrichtungen der optischen Axe der Laurent'chen Platte parallel geht.

Da die Dicke dieser Platte abhängig von der Wellenlänge des benutzten Lichtes ist, müsste man für jede homogene Lichtart eine andere Quarzplatte in den Apparat einschalten, was ihre allgemeine und bequeme Anwendbarkeit bei Stauroskopen sehr wesentlich beeinträchtigen würde.

Die im Calderon'schen Stauroskope anomale Resultate gebenden Topasplatten von Sachsen und Nertschinsk [2]) gaben auch in diesem Apparate zum Theil anomale Werthe. Die Benutzung der Laurent'schen Platte bietet mithin keinen Vorzug von den Polariskopen von Soleil und Calderon, wohl aber den Nachtheil, immer nur für eine ganz bestimmte Lichtart verwendet werden zu können.

Für die Versuche mit dem sog. Zwillingsnicol von Schmidt und Hänsch [9]) wurden aus dem Calderon'schen Stauroskope bei unverrückbar festgestelltem Analysator die Calderon'sche Platte und der Polarisator entfernt und an Stelle des letzteren das Zwillingsnicol in der Weise befestigt, dass seine Trennungsfuge normal zum Hauptschnitte des Analysator steht. In diesem Falle erscheint die Trennungsfuge als scharfe, das Gesichtsfeld halbirende gerade Linie und beide Hälften desselben sind gleich beschattet.

Aus den folgenden Winkelangaben wird ersichtlich werden, dass das Auge ohne Weiteres nicht die Fähigkeit besitzt, beide genannten Ebenen vollkommen normal zu stellen, es begeht einen Fehler von einigen Minuten, so dass die mit demselben Apparate, aber mit verschiedenen Polariskopen angestellten Vorversuche um einige Minuten von einander abweichende Winkelwerthe ergeben; bei diesen Vorversuchen kam es aber auf die Beseitigung dieses Fehlers nicht an.

In allen Lichtarten zeigte sich dieser Halbschattenapparat, sei es für sich allein, sei es nach Einschaltung einer doppelbrechenden Krystalllamelle, mindestens ebenso empfindlich wie das Calderon'sche Polariskop.

---

9) Landolt, Bericht über die wissensch. Instrumente auf der Berliner Gewerbeausstellung 1879, 342.

Zu den folgenden Versuchen benutzte ich zwei Zwillingsnicols; das eine hatte ich einem von Schmidt und Hänsch in Berlin angefertigten Polarimeter entnommen — unten als Nicol *A* bezeichnet —, das andere als sog. Jelett'sches Prisma von Steeg in Homburg bezogen — unten mit *B* bezeichnet. Das erstere war empfindlicher als das letztere.

Die bei früheren Untersuchungen [2]) zum Theil sehr stark abnorm befundenen: I. 0,8212 mm dicke Topaslamelle von Nertschinsk, II. der Topas aus Sachsen, III. die 0,0167 mm dicke Lamelle Kaliumglimmer vom Ural gaben im Stauroskope mit den Zwillingsnicols folgende normale Resultate:

I. Topas von Nertschinsk.

Des Krystalles: Lage und Dicke mm	Des Krystalles: Seite nach oben	Temperatur ° C.	Zweite Mittellinie oder Axe der grössten Elasticität: Hälfte *a'*	Hälfte *a''*	Mittel	Optische Queraxe oder Axe der mittleren Elasticität: Hälfte *b''*	Hälfte *b'*	Mittel	Differenz der Mittel oder Winkel zwischen den Elasticitätsaxen *a'* u. *b''* oder *b'* u. *a''*	Lichtart
					1. Mit Calderon's Polariskop.					
IV. 0,8212	-	18	42° 36',0	222° 35',6	42° 35',8	342° 33',2	132° 35',2	342° 34',2	90° 1',6	W.
-	-	18	43 12,2	223 11,0	43 11,6	341 52,2	131 56,0	341 54,1	91 17,5	Gb.
					2. Mit Zwillingsnicol *A*.					
-	-	18	42 32,2	222 38,6	42 35,4	342 33,8	132 31,6	342 32,7	90 2,7	W.
-	-	18	28,0	41,4	34,7	35,6	32,8	34,2	90 0,5	Gb.
					3. Mit Zwillingsnicol *B*.					
-	-	18	42 29,8	222 28,4	42 29,1	342 31,4	132 22,6	342 27,0	90 2,1	W.
-	-	18	25,0	27,6	26,3	32,2	24,2	28,2	89 58,1	Gb.

II. Topas aus Sachsen.

Lage und Dicke mm	Seite nach oben	Temperatur ° C.	Hälfte *a'*	Hälfte *a''*	Mittel	Hälfte *b''*	Hälfte *b'*	Mittel	Differenz	Lichtart
					2. Mit Zwillingsnicol *A*.					
-	Ober-	18	47° 23',3	227° 16',3	47° 19',8	317° 24',0	137° 16',3	317° 20',15	89° 59',65	W.
-	-	18	23,8	22,0	22,9	26,6	13,8	20,2	90 2,7	Gb.
-	-	18	20,0	19,0	19,5	22,0	19,0	20,5	89 59,0	R.
-	-	18	21,0	22,0	21,5	23,0	19,0	21,0	90 0,5	Bl.
					47 20,92			317 20,46	90 0,46	Mittel
					3. Mit Zwillingsnicol *B*.					
-	-	18	47 23,4	227 27,4	47 25,4	317 29,0	137 20,4	317 24,7	90 0,7	W.
-	-	18	26,8	31,8	29,3	34,0	24,2	29,1	90 0,2	Gb.
-	-	18	17,5	26,5	22,0	27,5	16,5	22,0	90 0,0	R.
-	-	18	20,5	25,5	23,0	24,5	21,0	22,75	90 0,25	Bl.
					47 24,92			317 24,64	90 0,28	Mittel

III. Kaliumglimmer vom Ural.

Des Krystalles		Temperatur ° C.	Optische Queraxe oder Axe der mittleren Elasticität			Zweite Mittellinie oder Axe der kleinsten Elasticität			Differenz der Mittel oder Winkel zwischen den Elasticitätsaxen a' u. b'' oder b' u. a''	Lichtart
Lage und Dicke mm	Seite nach oben		Hälfte a'	Hälfte a''	Mittel	Hälfte b''	Hälfte b'	Mittel		
C.			2. Mit Zwillingsnicol *A*.							
0,0467	Unter-	18	346° 13,'3	166° 21,'0	346° 17,'15	76° 13,'0	256° 19,'7	76° 16,'35	89° 59,'2	W.
-	-	18	13,8	18,4	16,10	22,6	8,2	15,40	89 59,3	Gb.
			1. Mit Calderon's Polariskop und »altem Stauroskop«.							
-	-	18	346 5,2	165 59,8	346 2,50	78 7,9	257 58,6	78 3,25	92 0,75	W.
-	-	18	6,7	55,5	1,10	8,4	51,0	77 59,70	91 58,60	Gb.

Obgleich alle diese vorläufigen Versuche nicht mit genau justirten Apparaten angestellt werden konnten, so lassen sie es doch nicht zweifelhaft, dass die früher an gut justirten Apparaten beobachteten »stauroskopischen Anomalien« weder in der Substanz noch in der äusseren Beschaffenheit oder Lage der untersuchten Krystalllamellen begründet sind, sondern dass sie von der nicht ganz richtigen Construction und Lage des polarisirenden Nicols und des Calderon'schen Halbschattenapparates verursacht worden, denn mit Ersetzung dieser beiden Theile durch den Zwillingsnicol fallen die Anomalien fort. Namentlich scheint die Schuld an dem Polarisator zu liegen, was schon auf Seite 100 hervorgehoben wurde.

Ferner berechtigen die Vorversuche zu der Hoffnung, dass die Einführung des Zwillingsnicols als Polarisator und Polariskop in das Stauroskop in allen Fällen normale stauroskopische Bestimmungen gestatten wird.

Gewissheit in dieser für die Krystalloptik wichtigen Frage können nur zahlreiche, in derselben Weise wie früher durchgeführte, stauroskopische Untersuchungen mit Hülfe dieses neuen, in allen Theilen gut justirten Stauroskopes und ein Vergleich dieser Beobachtungen mit den berechneten Anforderungen bringen.

Von diesen in grösserer Anzahl durchgeführten Versuchsreihen soll im Nachfolgenden die Rede sein.

Nach den das gewünschte Ziel in Aussicht stellenden Vorversuchen mit dem Zwillingsnicol von Schmidt und Hänsch habe ich auf Versuche mit den Halbschattenapparaten von Jelett[10]) und Cornu[11]) vorläufig verzichten zu dürfen geglaubt, weil ich dieselben mir nicht verschaffen

10) Rapports of the British association 1860, 2, 13.
Proceedings of the Royal Irish Academy 2, 348.
Landolt, optisches Drehvermögen 1879, 112.
Pfaundler, Physik 1879, 2, 651.

11) Bull. soc. chim. 1870 [2], 14, 140.
Landolt, optisches Drehvermögen 1879, 112.

konnte, und weil das Jelett'sche Prisma auf demselben Principe wie die Calderon'sche Calcitplatte, und das Cornu'sche Prisma auf dem nämlichen wie das Zwillingsnicol beruht.

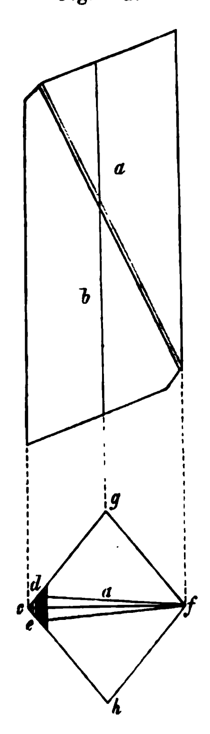
Das Lippich'sche Polaristrobometer [12] war zu jener Zeit noch nicht bekannt.

II. Untersuchungen im Stauroskope mit dem Zwillingsnicol von Schmidt und Hänsch.

1. Beschaffenheit des Zwillingsnicol.

Bei den Vorversuchen habe ich mich in Betreff der verwendeten Polariskope auf die hauptsächlichsten Literaturnachweise beschränken und von einer wiederholten Beschreibung derselben Abstand nehmen zu können geglaubt, weil dieselben als bekannt angesehen werden können.

Fig. 1 u. 2.



Ein Eingehen auf das Zwillingsnicol von Schmidt und Hänsch in Berlin dürfte aber an dieser Stelle geboten sein, weil die Bekanntschaft mit demselben für die folgenden Mittheilungen nöthig ist, und weil es für die Stauroskope von derselben hervorragenden Verwendbarkeit wie für Saccharimeter sich zu erweisen verspricht.

Von einem Nicol'schen Prisma (Fig. 1 und 2) wird die obere Hälfte *a*, aus welcher der ausserordentliche Lichtstrahl austritt, mittelst eines durch seinen Hauptschnitt *cf* gehenden Schnittes der Länge nach in zwei Stücke getheilt. Von der Hälfte *cfg* entfernt man dann durch Abschleifen das keilförmige Stück *cfd*, und von der Hälfte *cfh* den Keil *cfe*. Nach dem Poliren der Schliffflächen *df* und *ef* werden die beiden Hälften mit diesen Flächen zusammengekittet, die innere und äussere Fläche polirt und schliesslich mit dem halben Nicol *b* unter Anwendung von Canadabalsam zum Zwillingsnicol verbunden.

Der Winkel *dfe* des entnommenen Keiles beträgt 4—5 Grad.

Dasselbe ist mithin ein eigenthümlich construirter Polarisator, der zugleich als Halbschattenapparat wirkt. Von dem Cornu'schen Prisma [11])

---

12) Sitzungsberichte der Wiener Akademie 1882, **85**, 268.
Zeitschr. für Instrumentenkunde 1882, **2**, 167.

unterscheidet er sich dadurch, dass bei diesem beide Hälften *a* und *b* des Nicol in der genannten Weise verändert worden sind.

Die rechte und linke Hälfte des Stückes *a* sind demnach zu einander in Zwillingsstellung gebracht in Bezug auf eine Schlifffläche, welche wie der Hauptschnitt des Calcitrhomboëders in der Zone der Endkante liegt, aber mit dem Hauptschnitte in beiden Hälften einen Winkel von 2 bis 2½ Grad bildet.

Die Wirkungsweise dieses Zwillings besteht darin, dass aus der unteren Hälfte *b*, in welche der gewöhnliche Lichtstrahl einfällt, in die obere Hälfte *a* wie bei einem Nicol'schen Prisma nur der ausserordentliche, parallel der Trennungsfuge schwingende Lichtstrahl dringt, hier in beiden Hälften aber eine verschiedene Umpolarisirung erleidet, so dass die Polarisationsebenen der aus der rechten Hälfte des Zwillingsnicol austretenden Strahlen mit der Trennungsfuge einen Winkel von 2—2½ Grad (bez. 87½—88 Grad) nach rechts, die der linken Hälfte den gleichen Winkel nach links, also gegen einander den doppelten Winkelwerth, bilden.

Beide Hälften des Gesichtsfeldes sind demnach nur dann gleich beschattet, wenn der Hauptschnitt des Analysator genau normal zur Trennungsfuge des Zwillingsnicol steht. Die geringste Drehung des Prisma oder des Analysator verräth sich durch ein Abweichen der Schattirung beider Hälften in entgegengesetztem Sinne.

Der Grad der Beschattung und die Empfindlichkeit des Halbschattenapparates hängen, abgesehen von der Intensität der angewendeten Lichtquelle, von dem Winkel *dfe* zwischen beiden Hauptschnitten ab. Je kleiner dieser Winkel, um so grösser ist die Empfindlichkeit, aber auch zugleich die Beschattung, und umgekehrt. Zwischen beiden muss der Optiker einen passenden Mittelwerth für die Anfertigung des Zwillingsnicol wählen.

Wird der Polarisator gedreht, so dass der Hauptschnitt des Analysator gerade senkrecht zu einem der beiden Hauptschnitte des Zwillingsnicol steht, so tritt vollständige Dunkelheit der betreffenden Gesichtsfeldhälfte ein, während die andere noch hell bleibt. Eine Drehung um den Winkel *dfe* nach entgegengesetzter Richtung wechselt das Verhältniss.

Die Differenz zwischen den einzelnen Einstellungen giebt Landolt[9]) zu 0—6 Minuten für das Zwillingsnicol von Schmidt und Hänsch an; Cornu[11]) für sein Prisma zu 2—3 Minuten. Für gute Lichtquellen (Tages- und Natriumlicht) kann ich diese Genauigkeit bestätigen.

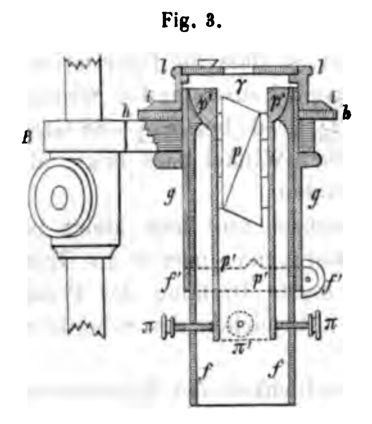
Eine doppelbrechende Krystalllamelle zwischen Analysator und Zwillingsnicol gebracht, hebt die gleiche Beschattung beider Hälften des Gesichtsfeldes nur dann nicht auf, wenn eine ihrer Hauptschwingungsrichtungen mit der Trennungsfuge des Zwillingsnicol zusammenfällt. Dieser zur stauroskopischen Einstellung benutzte Punkt ist mit derselben Genauigkeit zu treffen.

2. Construction des Stauroskopes.

Die Fassung und Befestigung des Zwillingsnicol in das zu meinen früheren Untersuchungen justirte und benutzte Stauroskop führte R. Fuess in Berlin in der Weise aus, dass das neue Collimatorrohr an Stelle des früher benutzten gebracht und wieder vertauscht werden kann, ohne dass sich sonst etwas am Apparate verändert.

Wie Figur 3 zeigt, befindet sich der Zwillingsnicol p in einem Rohre p', das oben in den ringförmigen Theil einer Kugelfläche sich erweitert, deren Mittelpunkt nahe der Oberfläche des Nicol sich befindet. Das Rohr p' hängt mit dieser Kugelfläche in dem Polarisatorrohre f, das sich nach oben zu einer entsprechenden Hohlkugelfläche erweitert und um seine Axe in dem fest mit dem Theilkreise h und dem Träger B verbundenen Collimatorrohre g drehen, zugleich aber auch mit Hülfe des Klemmringes f' in jeder beliebigen Stellung mit dem Collimatorrohre g sich verkuppeln lässt. Mit Hülfe der Schrauben $\pi\pi$ in der Ebene der Trennungsfuge des Zwillingsnicol lässt sich dieser um eine durch den Mittelpunkt jener Kugelfläche gehende Normale zu der genannten Ebene, sowie mit Hülfe der Schrauben $\pi'\pi'$ um eine durch denselben Mittelpunkt gehende, auf jene Normale senkrechte und im Hauptschnitte des Nicol liegende Linie um einige Grade bewegen. Mit Hülfe dieser drei Bewegungen kann der ungefähr eingestellte Zwillingsnicol justirt werden.

Fig. 3.



Da wegen der nur 4—5 mm weiten Durchbohrung des aus schwarzem Glase bestehenden Krystallträgers v das Gesichtsfeld des Stauroskopes nur klein ist, sind die bei den bisherigen Apparaten üblichen Linsen ee' über und unter dem Polarisator nicht nöthig, sie schwächen nur die Lichtstärke, besonders des ohnehin wenig intensiven homogenen Lichtes. Nur muss man dem Zwillingsnicol eine möglichst hohe Lage im Collimatorrohre, also dicht unter dem Objecttische γ geben, schon aus dem Grunde, um zugleich mit dem auf diesem Tische liegenden Krystalle die zu einer scharfen Linie verkürzte Trennungsfuge im Zwillingsnicol deutlich mittelst der Ocularlinse ε im Beobachtungsrohre sehen zu können.

Im Beobachtungsrohre befinden sich unter dieser Linse ε nur ein 1—1,5 mm weites Diaphragma und der analysirende Nicol. Schon hieraus erhellt die grössere Zweckmässigkeit dieses neuen Stauroskopes, das nur drei optische Theile enthält und dadurch leichter zu justiren und lichtstärker ist.

3. Justirung des Stauroskopes.

Da das Stauroskop von meinen früheren Arbeiten [1] [2] her in allen anderen Beziehungen geprüft und justirt war, blieb nach Einschaltung des neuen Collimatorrohres und Ausschaltung der Calderon'schen Calcitplatte nur noch die Justirung des Zwillingsnicol übrig.

Hierbei kommt es darauf an:

1) dass die Kanten des Kalkspathprisma der verticalen Axe des ganzen Apparates parallel gehen;

2) dass die in diesem Falle als eine scharfe Linie erscheinende Trennungsfuge durch diese Axe geht, d. h. das kreisrunde Gesichtsfeld in zwei völlig gleiche Hälften theilt;

3) dass die Trennungsfuge oder — für den Fall, dass dieselbe wegen nicht genauer Construction des Zwillingsnicol nicht zugleich die Symmetrieebene der zu einem künstlichen Zwillinge verbundenen Hälften des oberen Theiles a des Nicol ist — dass diese Symmetrieebene mit der Normalebene durch den Mittel- und Nullpunkt des Limbus (bez. des Nonius) zusammenfällt.

Sind mit Hülfe der Schrauben $\pi\pi'$ die beiden ersten Bedingungen erfüllt, so erfolgt durch Drehen des Zwillingsnicol um seine Längsaxe im Collimatorrohre g, so gut es geht nach Augenmass, die Erfüllung der dritten Bedingung und nachher die Einstellung des Analysator auf gleiche Dunkelheit beider Hälften des Gesichtsfeldes.

Hierbei wird zwischen den beiden genannten Ebenen immer noch ein Winkel $= \nu$ bleiben.

In Folge dessen ist der am Stauroskope abgelesene Winkel zwischen einer Schwingungsrichtung im Krystalle und seiner angelegten Kante (bez. deren Normalen) nicht gleich dem wahren Werthe s, sondern entweder $s + \nu$ oder $s - \nu$.

Bekanntlich [13] liest man einmal den Winkel $x = s + \nu$, andermal $y = s - \nu$ ab, wenn man den Winkel zwischen einer und derselben Schwingungsrichtung im Krystalle mit einer und derselben angelegten Kante (bez. deren Normalen) bestimmt, einmal wenn die Ober- und andermal wenn die Unterseite des Krystalles unter sonst gleichen Umständen im Apparate nach oben liegt, was durch Umkehren des Krystallträgers v mit dem darauf befindlichen Krystalle w ermöglicht wird. Die halbe Summe der beiden abgelesenen Winkel giebt den Winkel s, die halbe Differenz derselben den Winkel ν. Um diesen ist der Zwillingsnicol nach rechts (im Sinne des Uhrzeigers) oder nach links zu drehen, je nachdem ν negativ oder positiv ist, vorausgesetzt, dass man mit x die Winkel im ersten Quadranten (0—90°) und mit y die im vierten (270—360°) des nach links

13) Murmann und Rotter, Sitzungsber. der Wien. Akad. 1859, 34, 138.

getheilten beweglichen oder des nach rechts getheilten festen Theilkreises bezeichnet. Ist $x < y$, so wird ν negativ, ist $x > y$, so wird ν positiv [14]).

Mit Hülfe einer Spaltlamelle von Doppelspath in beliebiger Lage zum Krystallträger *v* bestimmt man im Tageslichte durch Mittelnahme aus möglichst vielen Ablesungen in allen Quadranten des Theilkreises den Winkel ν.

So lange das Collimatorrohr *g* des Stauroskopes noch keinen Theilkreis und das Polarisatorrohr *f* keinen zugehörigen Nonius zum Messen der Drehung hat, ist das Auffinden der richtigen Stellung des Polarisator mühsam.

Am leichtesten gelingt es in der Weise, dass man den für die Doppelspathlamelle ermittelten Winkel *s* am Theilkreise genau einstellt und nun den Polarisator so lange dreht, bis beide Hälften des Gesichtsfeldes gleich beschattet sind. Nach Entfernung des Krystallträgers *v* mit der Lamelle *w* ist wieder bis zur gleichen Beschattung der Analysator etwas zu drehen.

Dieses doppelte Verfahren wird so lange wiederholt, bis mit und ohne Krystalllamelle im Apparate das Gesichtsfeld gleich beschattet ist, sobald der Nullpunkt des Nonius auf dem Theilkreise den Winkel *s* anzeigt.

In dieser Stellung sind durch die Klemmschrauben oder durch Wachs Polarisator und Analysator unverrückbar zu machen.

Einfacher, als die Correction des Winkels $\pm \nu$ am Apparate selbst auszuführen, ist seine Addition zu den abgelesenen Winkeln x und y.

Von diesem nur durch Beobachtung zu ermittelnden Winkel ν wird noch weiterhin die Rede sein.

4. Stauroskopische Messungen mit diesem neuen Apparate.

Die Prüfung dieses neuen Stauroskopes auf seine Zuverlässigkeit und den Grad der Genauigkeit geschah mit Hülfe doppelbrechender Krystalllamellen, welche keine Dispersion der Schwingungsrichtungen für die verschiedenen Lichtarten zeigen, und an denen die Lage dieser Richtungen zu berechnen ist. Selbstverständlich wurden hierbei die schon in dem alten Stauroskope untersuchten Lamellen berücksichtigt, sowohl die, welche normale, als auch solche, welche anomale Resultate ergeben hatten.

Aus meinen tabellarisch zusammengestellten stauroskopischen Beobachtungen ist sofort zu ersehen, ob eine Krystalllamelle »Anomalien« zeigt oder nicht.

Die »normale Lamelle« (z. B. der früher [1]) untersuchte Barytkrystall) zeigt:

1) keine Dispersion der Schwingungsrichtungen *a* und *b* für die verschiedenen Lichtarten weder unter einander noch gegen die berechneten Lagen:

---

14) In dieser Weise ist die entsprechende Stelle in der Zeitschrift für Instrumentenkunde 1882, **2**, 24 abzuändern.

	Oberseite:		Unterseite:	
	a.	b.	a.	b.
weisses Licht	39° 7,'36 [15])	309° 7,'46	320°51,'14	50°50,'91
gelbes Licht	— 8,19	— 8,14	— 49,82	— 49,70
rothes Licht	— 9,01	— 7,71	— 48,64	— 46,69
berechnet	— 10,15	— 10,15	— 49,85	— 49,85

Selbstverständlich sind hierbei und bei den folgenden Punkten die namentlich bei den schwachen homogenen Lichtarten nicht unbedeutenden Beobachtungsfehler gebührend zu berücksichtigen.

2) Die senkrechte Lage der beiden Schwingungsrichtungen *a* und *b* zu einander:

	Oberseite:	Unterseite:
weisses Licht	89° 59,'90	89° 59,'77
gelbes Licht	90 0,05	— 59,90
rothes Licht	— 1,30	— 58,05

3) Den Winkel *v* in Betreff beider Schwingungsrichtungen *a* und *b* für alle Lichtarten gleich an Grösse und Vorzeichen:

	a.	b.
weisses Licht	— 0° 0,'75	— 0° 0,'82
gelbes Licht	— 0 1,00	— 0 1,08
rothes Licht	— 0 1,18	— 0 2,80

Die »anomale Lamelle« ist dagegen charakterisirt durch Ausnahmen in diesen drei Punkten.

So ergeben die Tabellen für den schon früher[2]) untersuchten Topas aus Sachsen:

1) Eine Dispersion der beiden Schwingungsrichtungen *a* und *b* für die verschiedenen Lichtarten unter einander und gegen die berechneten Lagen:

	Oberseite:		Unterseite:	
	a.	b.	a.	b.
blaues Licht	46°34,'61 [15])	43°40,'97	46°34,48	43°13,'80
weisses Licht	— 29,69	— 30,10	— 35,62	— 24,48
gelbes Licht	— 0,39	— 4,26	— 58,49	— 50,98
rothes Licht	— 38,28	— 42,22	— 31,18	— 2,56
berechnet	— 34,98	— 25,02	— 34,98	— 25,02

---

15) Mit Berücksichtigung der stauroskopischen Correction nach Groth-Websky ± 0° 12,'74.

2) Die schiefe Lage der beiden Schwingungsrichtungen *a* und *b* zu einander:

	Oberseite:	Unterseite:
blaues Licht	90° 15,'58	89° 48,'28
weisses Licht	89 59,79	90 0,10
gelbes Licht	— 4,65	— 49,47
rothes Licht	90 20,50	89 33,74

d. h. der nämliche Winkel zwischen den Schwingungsrichtungen, welcher für die Oberseite $\gtreqless$ 90° ist, erweist sich für die Unterseite $\lesseqgtr$ 90°;

3) Den Winkel ν in Betreff der beiden Schwingungsrichtungen *a* und *b* für die verschiedenen Lichtarten ungleich an Grösse und Vorzeichen:

	a.	b.
blaues Licht	+ 0° 0,'07	— 0° 13,'58
weisses Licht	— 0 0,51	— 0 0,50
	— 0 5,22	— 0 5,13
gelbes Licht	— 0 31,40	+ 0 20,33
	— 0 26,70	+ 0 26,40
rothes Licht	+ 0 3,55	— 0 19,83

Wollte man demnach den Winkel ν am Apparate durch Drehen des Polarisator fortschaffen, so müsste man nicht nur den Grad dieser Drehung mit jeder Lichtart ändern, sondern auch für dieselbe Lichtart den Sinn der Drehung, je nachdem die Unterseite oder Oberseite der Krystalllamelle nach oben liegt.

Auf diese drei Punkte wird im Folgenden immer zu achten sein.

5. Erste Versuchsreihe.

Die auffallendsten Anomalien zeigte bei den früheren Untersuchungen[2]) eine 0,0167 mm dicke Spaltlamelle des Kaliumglimmer vom Ural. Die Dispersion betrug hier nämlich bis 0° 42,'4, die Schiefe der Schwingungsrichtungen bis 2° 6,'75, der Winkel ν zeigte Schwankungen bis fast $\pm 1\frac{1}{2}$°. Bei den folgenden Untersuchungen befand sich die Lamelle noch in der früheren Lage auf dem Krystallträger *v*. Eine krystallographische Bestimmung der Lage der Schwingungsrichtungen war nicht ausführbar. Die Empfindlichkeit der Lamelle liess nichts zu wünschen übrig.

Kaliumglimmer vom Ural.
0,0167 mm.

Des Krystalles Seite nach oben	Temperatur ° C.	Optische Queraxe oder Axe der mittleren Elasticität: Hälfte a'	Hälfte a''	Mittel	Zweite Mittellinie oder Axe der kleinsten Elasticität: Hälfte b''	Hälfte b'	Mittel	Differenz der Mittel oder Winkel zwischen den Elasticitätsaxen a' u. b'' oder b' u. a''	Winkel ν
a. Weisses Licht.									
Ober-	16,7	12° 29',0	192° 44',5	12° 36',8	282° 48',5	102° 27',0	282° 35',3	90° 1',5	a = — 0° 24',45
Unter-	16,7	346 33,5	166 35,0	346 34,8	76 28,5	256 39,5	76 34,0	89 59,7	b = — 0 25,35
Mittel aus Ober- u. Unterseite				13 1,25			76 59,35	90 0,60	
b. Natrium-Licht.									
Ober-	18,1	12 45,5	192 43,0	12 44,8	282 51,5	102 36,0	282 43,8	90 0,5	a = — 0 19,45
Unter-	18,1	346 36,5	166 37,0	346 36,8	76 25,5	256 46,5	76 36,0	89 59,2	b = — 0 20,10
Mittel aus Ober- u. Unterseite				13 3,75			76 56,10	89 59,85	
c. Rothes Licht.									
Ober-	19,2	12 33,0	192 35,0	12 34,0	282 29,5	102 30,0	282 29,8	90 4,2	a = — 0 28,10
Unter-	19,9	346 27,5	166 32,0	346 29,8	76 26,0	256 35,0	76 30,5	90 0,7	b = — 0 29,85
Mittel aus Ober- u. Unterseite				13 2,10			77 0,35	90 2,45	
d. Blaues Licht.									
Ober-	18,8	12 41,5	192 49,0	12 45,3	282 48,5	102 44,5	282 46,5	89 58,8	a = — 0 17,35
Unter-	22,4	346 31,0	166 49,0	346 40,0	76 32,5	256 47,5	76 40,0	90 0,0	b = — 0 16,75
Mittel aus Ober- u. Unterseite				13 2,65			76 56,75	89 59,40	
Mittel aus allen Lichtarten:				13 2,44			76 58,14	90 0,58	— 0 22,67

6. Zweite Versuchsreihe.

Gleichfalls sehr starke Anomalien, namentlich bei gelbem Lichte, hatten die früheren Untersuchungen [2]) einer durch Spaltung und Schleifen hergestellten, im Mittel 0,8212 mm dicken, fast genau planparallelen Lamelle nach $0P(001)$ von völlig klarem und reinem Topas von Nertschinsk in Sibirien ergeben (Dispersion bis 0° 41',45; Axenschiefe bis 1° 10',75; ν bis ± 0° 36',83). Auch an dieser Lamelle war die Lage der Elasticitätsaxen zu den Krystallaxen wegen der ungünstigen Beschaffenheit der Flächen aus der Verticalzone nicht festzustellen. Die Lage auf dem Krystallträger v war jetzt noch dieselbe wie bei den vorstehenden Vorversuchen und den früheren Untersuchungen [2]); die Empfindlichkeit gegen den Halbschattenapparat war gut.

Topas von Nertschinsk.
0,8212 mm dick.

Des Krystalles Seite nach oben	Temperatur ° C.	Zweite Mittellinie oder Axe der grössten Elasticität: Hälfte a'	Hälfte a''	Mittel	Optische Queraxe oder Axe der mittleren Elasticität: Hälfte b''	Hälfte b'	Mittel	Differenz der Mittel oder Winkel zwischen den Elasticitätsaxen a' u. b'' oder a'' u. b'	Winkel ν
				a. Weisses Licht.					
Ober-	16,9	42° 57',5	223° 4',5	43° 1',0	313° 2',5	132° 58',0	313° 0',3	90° 0',7	$a = -0°$ 6',85
Unter-	16,9	316 44,0	136 46,5	316 45,3	46 33,0	226 58,0	46 45,5	90 0,2	$b = -0$ 7,10
Mittel aus Ober- u. Unterseite				43 7,85			46 52,60	90 0,45	
				b. Natrium-Licht.					
Ober-	20,1	42 59,0	223 10,5	43 4,8	313 5,0	133 1,5	313 3,3	90 1,5	$a = -0$ 3,20
Unter-	18,2	316 49,0	136 48,5	316 48,8	46 48,0	227 0,5	46 51,8	90 3,0	$b = -0$ 2,45
Mittel aus Ober- u. Unterseite				43 8,0			46 54,25	90 2,25	
				c. Rothes Licht.					
Ober-	20,9	43 5,5	223 21,5	43 13,5	313 13,5	133 11,5	313 12,5	90 1,0	$a = +0$ 5,15
Unter-	21,4	316 57,5	136 56,0	316 56,8	46 47,5	227 5,0	46 56,3	89 59,5	$b = +0$ 4,40
Mittel aus Ober- u. Unterseite				43 8,35			46 51,90	90 0,25	
				d. Blaues Licht.					
Ober-	21,9	42 47,0	222 55,5	42 51,3	312 55,0	132 53,5	312 54,3	89 57,0	$a = -0$ 11,35
Unter-	21,2	316 44,5	136 47,5	316 46,0	46 33,0	226 54,5	46 43,8	89 57,8	$b = -0$ 10,95
Mittel aus Ober- u. Unterseite				43 2,65			46 54,75	89 57,4	
Mittel aus allen Lichtarten:				43 6,71			46 53,37	90 0,08	-0 4,04

7. Dritte Versuchsreihe.

Die früher[2]) untersuchte, etwa 1,5 mm dicke Lamelle von Topas aus Sachsen senkrecht zur Verticalaxe zeigt zwar die Anomalien nicht so stark, als die oben besprochenen Krystalllamellen, erlaubt aber durch ihre ausgezeichnete Beschaffenheit und Empfindlichkeit bei allen Lichtarten eine sehr genaue Bestimmung der Schwingungsrichtungen des Lichtes und deren Lage zu den Krystallaxen, weil sie am Rande durch sehr gut spiegelnde Krystallflächen der Verticalzone begrenzt ist.

An die senkrecht zum Hauptschnitte des Zwillingsnicol stehende Stahlschiene u des Objecttisches γ wurde die bestspiegelnde Fläche von $\infty\breve{P}2(120)$ angelegt, nachdem der Normalwinkel dieses Prisma im grossen Fernrohrgoniometer zu 93° 9′ 58″ gemessen worden war.

Vorstehend auf Seite 109 sind die früher an dieser Lamelle erhaltenen anomalen Resultate kurz wiederholt worden als Beispiel, wie sich diese Anomalien darstellen.

Bevor ich im jetzigen Stauroskope die Lamelle zu untersuchen anfing, habe ich sie nochmals im früheren Stauroskope einer gleich sorgfältigen

Untersuchung unterzogen und zwar in allen wesentlichen Punkten mit den früheren anomalen Resultaten.

Im jetzigen Stauroskope habe ich dagegen nachstehende Werthe erhalten.

Topas von Sachsen.

Des Krystalles Seite nach oben	Temperatur ° C.	Zweite Mittellinie oder Axe der grössten Elasticität: Hälfte a'	Hälfte a''	Mittel	Optische Queraxe oder Axe der mittleren Elasticität: Hälfte b''	Hälfte b'	Mittel	Differenz der Mittel oder Winkel zwischen den Elasticitätsaxen a' u. b'' oder a'' u. b'	Winkel ν
a. Weisses Licht (* mit Lampenlicht).									
Ober-	17,5	46° 29',5	226° 37',0	46° 33',8	346° 30',0	136° 36',0	316° 33',0	90° 0',8	a = — 0° 0',95
Unter-	17,5	313 23,0	133 26,5	313 24,8	43 17,5	223 30,5	43 24,0	89 59,2	b = — 0 1,50
Ober-	17,6	46 26,0	226 38,5	46 32,3	316 32,5	136 33,0	316 32,8	89 59,5	a = — 0 1,35
Unter-	17,6	313 24,0	133 26,0	313 25,0	43 16,5	223 28,5	43 22,5	89 57,5	b = — 0 2,85
Ober-	17,2	46 26,5	226 39,0	46 32,8	316 31,0	136 33,0	316 32,0	90 0,8	a = — 0 1,70
Unter-	17,2	313 23,0	133 24,5	313 23,8	43 19,5	223 25,5	43 22,5	89 58,7	b = — 0 2,75
Ober-*	20,5	46 32,5	226 47,5	46 40,0	316 39,5	136 40,0	316 39,8	90 0,2	a = + 0 4,50
Unter-*	19,5	313 30,0	133 28,0	313 29,0	43 17,0	223 39,0	43 28,0	89 59,0	b = + 0 3,90
Ober-*	19,5	46 30,0	226 48,5	46 39,3	316 37,5	136 39,0	316 38,3	90 1,0	a = + 0 3,80
Unter-*	19,5	313 27,5	133 29,0	313 28,3	43 19,0	223 38,0	43 28,5	90 0,2	b = + 0 3,40
Ober-	17,0	46 23,0	226 36,0	46 29,5	316 32,5	136 31,0	316 31,8	89 57,7	a = — 0 4,25
Unter-	17,0	313 22,5	133 21,5	313 22,0	43 14,5	223 28,5	43 21,5	89 59,5	b = — 0 3,35
Ober- } Mittel				46 34,4			316 34,6	89 59,8	a = — 0 0,05
Unter- } Mittel				313 25,5			43 24,5	89 59,0	b = — 0 0,45
Mittel aus Ober- u. Unterseite				46 34,45			43 24,95	89 59,4	
Staurosk. Corr. n. Groth-Websky				± 0,00			± 0,00		
				46 34,45			43 24,95	89 59,4	
b. Natrium-Licht (* hoher Gasdruck).									
Ober-	19,0	46 35,5	226 48,0	46 41,8	316 37,5	136 42,0	316 39,8	90 2,0	a = + 0 10,80
Unter-	20,0	313 38,0	133 39,5	313 38,8	43 31,0	223 45,5	43 38,3	89 59,5	b = + 0 9,05
Ober-*	19,0	46 36,5	226 50,5	46 43,5	316 41,0	136 47,0	316 44,0	89 59,5	a = + 0 9,50
Unter-*	19,3	313 35,0	133 36,0	313 35,5	43 25,0	223 40,5	43 32,8	89 57,3	b = + 0 8,40
Ober- } Mittel				46 42,65			316 41,90	90 0,75	a = + 0 9,90
Unter- } Mittel				313 37,15			43 35,55	89 58,40	b = + 0 8,73
Mittel aus Ober- u. Unterseite				46 32,75			43 26,88	89 59,58	
Staurosk. Corr. n. Groth-Websky				±0 0,00			±0 0,00		
				46 32,75			43 26,88		
b'. Kaliumbichromat-Licht.									
Ober-	15,7	46 39,0	226 43,5	46 41,3	316 37,5	136 40,0	316 38,8	90 2,5	a = + 0 7,65
Unter-	15,7	313 32,0	133 36,0	313 34,0	43 24,0	223 40,0	43 32,0	89 58,0	b = + 0 5,40
Mittel aus Ober- u. Unterseite				46 33,65			43 26,60	90 0,25	
Staurosk. Corr. n. Groth-Websky				±0 0,00			±0 0,00		
				46 33,65			43 26,60	90 0,25	

Des Krystalles Seite nach oben	Temperatur ° C.	Zweite Mittellinie oder Axe der grössten Elasticität: Hälfte a'	Hälfte a''	Mittel	Optische Queraxe oder Axe der mittleren Elasticität: Hälfte b''	Hälfte b'	Mittel	Differenz der Mittel oder Winkel zwischen den Elasticitätsaxen a' u. b'' oder a'' u. b'	Winkel ν
c. Rothes Licht.									
Ober-	22,4	46° 11',0	226° 29',5	46° 21',8	316° 19',0	136° 27',0	316° 23',0	89° 58',8	$a = -$ 0° 13',2
Unter-	23,2	313 7,5	133 16,0	313 11,8	43 7,0	223 20,5	43 13,8	90 2,0	$b = -$ 0 11,6
Ober-	18,5	46 22,0	226 30,0	46 26,0	316 24,0	136 27,5	316 25,8	90 0,2	$a = -$ 0 9,25
Unter-	17,4	313 16,5	133 14,5	313 15,5	43 9,0	223 21,5	43 15,3	89 59,8	$b = -$ 0 9,45
Ober- } Mittel				46 23,90			316 24,40	89 59,5	$a = -$ 0 11,23
Unter- } Mittel				313 13,65			43 14,55	90 0.9	$b = -$ 0 10,53
Mittel aus Ober- u. Unterseite				46 35,13			43 25,07	90 0,2	
Staurosk. Corr. n. Groth-Websky				±0 0,00			±0 0,00		
				46 35,13			43 25,07	90 0,2	
d. Blaues Licht.									
Ober-	23,3	46 27,0	226 37,5	46 32,3	316 28,5	136 36,5	316 32,5	89 59,8	$a = -$ 0 3,20
Unter-	23,3	313 23,0	133 19,5	313 21,3	43 15,0	223 26,5	43 20,8	89 59,5	$b = -$ 0 3,35
Ober-	17,4	46 27,0	226 37,0	46 32,0	316 30,0	136 32,5	316 31,3	90 0,7	$a = -$ 0 3,50
Unter-	17,4	313 21,0	133 21,0	313 21,0	43 16,0	223 28,0	43 22,0	90 1,0	$b = -$ 0 3,35
Ober- } Mittel				46 32,15			316 31,9	90 0,25	$a = -$ 0 3,35
Unter- } Mittel				313 21,15			43 21,4	90 0,25	$b = -$ 0 3,35
Mittel aus Ober- u. Unterseite				46 35,50			43 24,75	90 0,25	
Staurosk. Corr. n. Groth-Websky				0 0,00			0 0,00		
				46 35,50			43 24,75		
Weisses Licht				46 34,45			43 24,95	89 59,40	$-$ 0 0,25
Na-Licht				46 32,75			43 26,83	89 59,58	+ 0 9,32
Gelbes Licht				46 33,65			43 26,60	90 0,25	+ 0 6,53
Rothes Licht				46 35,13			43 25,07	90 0,20	$-$ 0 10,88
Blaues Licht				46 35,50			43 24,75	90 0,25	$-$ 0 3,35
Mittel:				46 34,29			43 25,64	89 59',93	+ 0 0,27
Berechnet:				46 34,98			43 25,02	90 0,00	
Differenz:				$-$0 0,69			+0 0,62	$-$0 0,07	

8. Vierte Versuchsreihe.

Eine mit derselben und fast genau so auf dem Krystallträger v orientirten Topaslamelle angestellte Versuchsreihe muss hier noch mitgetheilt werden, weil sie für die spätere Erörterung über den Winkel ν von Bedeutung wird. Gleich hier muss dazu bemerkt werden, dass diese und alle folgenden Untersuchungen mit dem etwas anders wie bei den drei vorstehenden Versuchsreihen justirten Stauroskope ausgeführt wurden.

Durch eine Unvorsichtigkeit hatte sich nämlich am Apparate der Analysator verschoben und musste deshalb von Neuem auf gleiche Dunkelheit beider Hälften des Gesichtsfeldes eingestellt werden; sonst war der Apparat unverändert geblieben.

Topas von Sachsen.

Des Krystalles Seite nach oben	Temperatur ° C.	Zweite Mittellinie oder Axe der grössten Elasticität: Hälfte a'	Hälfte a''	Mittel	Optische Queraxe oder Axe der mittleren Elasticität: Hälfte b''	Hälfte b'	Mittel	Differenz der Mittel oder Winkel zwischen den Elasticitätsaxen a' u. b'' oder a'' u. b'	Winkel ν
a. Weisses Licht.									
Ober-	15,9	46° 27',5	226° 41',5	46° 34',5	316° 32',0	136° 36',0	316° 34',0	90° 0',5	$a = -$ 0° 0',5
Unter-	15,9	313 21,0	133 28,0	313 24,5	43 22,0	223 26,0	43 24,0	89 59,5	$b = -$ 0 1,0
Ober-	15,7	46 26,5	226 43,5	46 35,0	316 34,0	136 37,0	316 35,5	89 59,5	$a = -$ 0 1,85
Unter-	16,2	313 19,5	133 23,0	313 21,3	43 11,0	223 29,0	43 20,0	89 58,7	$b = -$ 0 2,25
Ober-	18,8	46 24,0	226 43,5	46 33,8	316 33,0	136 34,0	316 33,5	90 0,3	$a = -$ 0 2,95
Unter-	17,7	313 22,0	133 18,5	313 20,3	43 12,0	223 30,5	43 21,3	90 1,0	$b = -$ 0 2,60
Ober- Mittel				46 34,43			316 34,33	90 0,1	$a = -$ 0 1,77
Unter- Mittel				313 22,03			43 21,83	89 59,8	$b = -$ 0 1,92
Mittel aus Ober- u. Unterseite				46 36,20			43 23,75	89 59,95	
Staurosk. Corr. n. Groth-Websky				—0 1,68			+0 1,68		
				46 34,52			43 25,43	89 59,95	
b. Natrium-Licht.									
Ober-	15,7	46 29,0	226 45,5	46 37,3	316 34,5	136 43,0	316 38,8	89 58,5	$a = -$ 0 1,20
Unter-	16,4	313 17,0	133 23,5	313 20,3	43 11,5	223 27,0	43 19,3	89 59,0	$b = -$ 0 0,95
Ober-	20,3	46 29,5	226 44,0	46 36,5	316 28,0	136 43,0	316 35,5	90 1,0	$a = -$ 0 1,10
Unter-	21,4	313 19,0	133 23,5	313 21,3	43 11,5	223 28,5	43 20,0	89 58,7	$b = -$ 0 2,25
Ober-	22,1	46 25,5	226 43,5	46 34,5	316 35,5	136 33,5	316 34,5	90 0,0	$a = -$ 0 1,10
Unter-	22,4	313 23,0	133 23,5	313 23,3	43 12,0	223 33,5	43 22,8	89 59,5	$b = -$ 0 1,35
Ober- Mittel				46 36,10			316 36,27	89 59,83	$a = -$ 0 1,18
Unter- Mittel				313 21,63			43 20,70	89 59,07	$b = -$ 0 1,52
Mittel aus Ober- u. Unterseite				46 37,24			43 22,21	89 59,45	
Staurosk. Corr. n. Groth-Websky				—0 1,68			+0 1,68		
				46 35,56			43 23,89	89 59,45	
c. Rothes Licht.									
Ober-	21,9	46 30,5	226 37,5	46 34,0	316 35,0	136 34,5	316 34,8	89 59,2	$a = -$ 0 3,75
Unter-	24,5	313 18,0	133 19,0	313 18,5	43 13,0	223 26,0	43 19,5	90 1,0	$b = -$ 0 2,85
Ober-	19,4	46 32,5	226 37,5	46 35,0	316 35,0	136 35,0	316 35,0	90 0,0	$a = -$ 0 2,35
Unter-	17,5	313 17,0	133 23,5	313 20,3	43 15,0	223 23,5	43 19,3	89 59,0	$b = -$ 0 2,85
Ober- Mittel				46 34,5			316 34,9	89 59,6	$a = -$ 0 3,05
Unter- Mittel				313 19,4			43 19,4	90 0,0	$b = -$ 0 2,85
Mittel aus Ober- u. Unterseite				46 37,55			43 22,25	89 59,8	
Staurosk. Corr. n. Groth-Websky				—0 1,68			+0 1,68		
				46 35,87			43 23,93	89 59,80	
d. Blaues Licht.									
Ober-	19,4	46 32,5	226 37,5	46 35,0	316 34,5	136 35,0	316 34,8	90 0,2	$a = -$ 0 3,00
Unter-	24,5	313 18,5	133 19,5	313 19,0	43 18,0	223 26,5	43 19,8	90 0,8	$b = -$ 0 2,70
Ober-	21,2	46 34,0	226 35,5	46 34,8	316 35,0	136 35,0	316 35,0	89 59,8	$a = -$ 0 2,45
Unter-	18,8	313 19,0	133 21,5	313 20,3	43 16,0	223 25,5	43 20,8	90 0,5	$b = -$ 0 2,10
Ober- Mittel				46 34,90			316 34,90	90 0,0	$a = -$ 0 2,73
Unter- Mittel				313 19,65			43 20,30	90 0,65	$b = -$ 0 2,40
Mittel aus Ober- u. Unterseite				46 37,63			43 22,70	90 0,33	
Staurosk. Corr. n. Groth-Websky				—0 1,68			+0 1,68		
				46 35,95			43 24,38	90 0,33	

Des Krystalles Seite nach oben	Temperatur ° C.	Zweite Mittellinie oder Axe der grössten Elasticität			Optische Queraxe oder Axe der mittleren Elasticität			Differenz der Mittel oder Winkel zwischen den Elasticitätsaxen a' u. b'' oder b' u. a''	Winkel v
		Hälfte a'	Hälfte a''	Mittel	Hälfte b''	Hälfte b'	Mittel		
Weisses Licht				46° 34',52			43° 25',48	89° 59',95	— 0° 1',85
Gelbes Licht				46 35,56			43 23,89	89 59,45	— 0 1,33
Rothes Licht				46 35,87			43 23,93	89 59,80	— 0 2,93
Blaues Licht				46 35,93			43 24,38	90 0,33	— 0 2,57
Im Mittel				46 35,47			43 24,41	89 59,88	— 0 2,48
Berechnet:				46 34,98			43 25,02	90 0,00	
Differenz:				+0 0,49			—0 0,61	—0 0,12	

War bei den vorstehenden Versuchsreihen die Absicht gewesen, zu prüfen, ob die früher anomal befundenen Krystalllamellen im jetzigen Stauroskope normale Resultate liefern würden, so kam es bei den beiden folgenden Versuchsreihen darauf an, zu entscheiden, ob die früher normal erkannten Lamellen von Calcit und Baryt sich jetzt ebenso wieder verhalten würden.

9. Fünfte Versuchsreihe.

Der früher [1]) näher beschriebene nach $0P(001)$ tafelförmige, farblose und klare Barytkrystall unbekannten Fundortes ist an den Rändern von dem Prisma $\infty P(110)$ begrenzt, dessen Winkel im grossen Fernrohrgoniometer zu 101° 39′ 42″ gemessen werden konnten, und von welchem eine Fläche zum Anlegen an die Stahlschiene u des Objecttisches γ benutzt wurde.

Seine Brachyaxe ist die Axe der kleinsten Elasticität, seine Makroaxe die der mittleren, seine Dicke beträgt im Mittel 1,0750 mm; bei jeder Beleuchtungsart ist er sehr gut empfindlich zum Halbschattenapparate.

Baryt.

Des Krystalles Seite nach oben	Temperatur ° C.	Erste Mittellinie oder kleinste Elasticitätsaxe			Optische Queraxe oder mittlere Elasticitätsaxe			Differenz der Mittel oder Winkel zwischen den Elasticitätsaxen a' u. b'' oder a'' u. b'	Winkel v
		Hälfte a'	Hälfte a''	Mittel	Hälfte b''	Hälfte b'	Mittel		
a. Weisses Licht.									
Ober-	16,4	38° 59',5	219° 18',5	39° 9',0	309° 8',5	129° 13',0	309° 8',3	90° 0',7	$a = +$ 0° 0',40
Unter-	16,4	320 52,5	140 51,0	320 51,8	50 51,0	230 51,0	50 51,0	89 59,2	$b = -$ 0 0,35
Ober-	17,4	39 0,0	219 19,5	39 9,8	309 4,0	129 14,5	309 9,3	90 0,5	$a = +$ 0 0,80
Unter-	17,4	320 52,0	140 51,5	320 51,8	50 49,5	230 50,5	50 50,0	89 58,2	$b = -$ 0 0,35
Ober-	15,9	38 59,0	219 20,0	39 9,5	309 2,5	129 16,6	309 9,5	90 0,0	$a = +$ 0 0,20
Unter-	15,9	320 52,5	140 49,0	320 50,8	50 52,0	230 50,0	50 51,0	90 0,2	$b = +$ 0 0,25
Ober-	19,1	39 3,5	219 22,5	39 13,0	309 10,0	129 17,5	309 13,8	89 59,2	$a = +$ 0 0,25
Unter-	19,1	320 48,5	140 46,5	320 47,5	50 43,5	230 53,5	50 48,5	90 1,0	$b = +$ 0 1,15
Ober-	16,4	39 8,0	219 21,5	39 12,8	309 8,5	129 17,5	309 13,0	89 59,9	$a = -$ 0 0,20
Unter-	16,4	320 49,0	140 45,5	320 47,3	50 41,5	230 52,0	50 46,8	89 59,5	$b = -$ 0 0,10
Ober- } Mittel				39 10,72			309 10,78	89 59,94	$a = +$ 0 0,29
Unter- } Mittel				320 49,84			50 49,46	89 59,62	$b = +$ 0 0,12
Mittel aus Ober- u. Unterseite				39 10,44			50 49,84	89 59,78	
Staurosk. Corr. n. Groth-Websky				—0 1,68			+0 1,68		
				39 8,76			50 51,02	89 59,78	

Das Krystalles Seite nach oben	Temperatur t° C.	Zweite Mittellinie oder kleinste Elasticitätsaxe			Optische Queraxe oder mittlere Elasticitätsaxe			Differenz der Mittel oder Winkel zwischen den Elasticitätsaxen a' u. b'' oder a'' u. b'	Winkel ν
		Hälfte a'	Hälfte a''	Mittel	Hälfte b''	Hälfte b'	Mittel		
				b. Natrium-Licht (* hoher Gasdruck).					
Ober-*	20,3	39° 0,'5	219° 22,'0	39° 11,'3	309° 7,'0	129° 17,'5	309° 12,'3	89° 59,'0	a = + 0° 0,'80
Unter-*	20,5	320 50,5	140 50,0	320 50,3	50 48,5	230 51,5	50 50,0	89 59,7	b = + 0 1,15
Ober-	23,6	39 0,5	219 21,0	39 10,5	309 5,0	129 16,5	309 10,8	90 0,0	a = + 0 0,40
Unter-	23,6	320 48,0	140 52,0	320 50,0	50 43,5	230 56,5	50 50,0	90 0,0	b = + 0 0,40
Ober-	23,4	39 4,5	219 19,0	39 11,8	309 9,0	129 13,5	309 11,3	90 0,5	a = + 0 0,40
Unter-	23,4	320 49,0	140 49,0	320 49,0	50 46,5	230 52,0	50 49,3	90 0,3	b = + 0 0,30
Ober- } Mittel				39 11,30			309 11,47	89 59,83	a = + 0 0,53
Unter- } Mittel				320 49,77			50 49,77	90 0,00	b = + 0 0,62
Mittel aus Ober- u. Unterseite				39 10,77			50 49,15	89 59,92	
Staurosk. Corr. n. Groth-Websky				—0 1,68			+0 1,68		
				39 9,09			50 50,83	89 59,92	
				c. Rothes Licht.					
Ober-	12,8	38 59,5	219 20,0	39 9,8	309 3,5	129 18,5	309 11,0	89 58,8	a = + 0 0,05
Unter-	11,9	320 32,0	140 48,5	320 50,3	50 47,5	230 54,0	50 49.3	89 59,0	b = + 0 0,15
Mittel aus Ober- u. Unterseite				39 9,75			30 49,15	89 58,90	
Staurosk. Corr. n. Groth-Websky				—0 1,68			+0 1,68		
				39 8,07			50 50,83	89 58,90	
				d. Blaues Licht.					
Ober-	17,7	39 1,0	219 18,0	39 9,5	309 0,0	129 18,5	309 9,3	90 0,2	a = — 0 0,10
Unter-	13,0	320 49,0	140 51,5	320 50,3	50 45,5	230 52,5	50 49,0	89 58,7	b = — 0 0,85
Mittel aus Ober- u. Unterseite				39 9,60			50 49,85	89 59,45	
Staurosk. Corr. n. Groth-Websky				—0 1,68			+0 1,68		
•				39 7,92			50 51,53	89 59,45	
Weisses Licht				39 8,76			50 51,02	89 59,78	+ 0 0,20
Gelbes Licht				39 9,09			50 50,83	89 59,92	+ 0 0,58
Rothes Licht				39 8,07			50 50,83	89 58,90	+ 0 0,10
Blaues Licht				39 7,92			50 51,53	89 59.45	— 0 0,48
Im Mittel				39 8,46			50 51,05	89 59,51	+ 0 0,10
Berechnet:				39 10,15			50 49,85	90 0,0	
Differenz:				—0 1,69			+0 1,20	—0 0,49	

10. Sechste Versuchsreihe.

Zur sechsten Versuchsreihe diente die schon früher [1]) benutzte Spaltlamelle des isländischen Doppelspathes. Da die Flächen solcher Lamellen selten auf weitere Erstreckung fehlerfrei sind, wurden sie zum regelmässigen Ein- und Austritt der Lichtstrahlen angeschliffen und polirt.

Nach den Sphärometermessungen ist die Lamelle aber nicht genau planparallel ausgefallen, denn ihre Dicke schwankt zwischen 1,91400 und 1,98850 mm.

Eine Kante wurde der Stahlschiene *u* bis auf 0° 19,'34 parallel gelegt. Die lange Diagonale *b' b''* ist die Richtung der kleinsten Elasticität, die kurze Diagonale *a' a''* die Richtung einer mittleren Elasticität.

Calcit I.

Des Krystalles Seite nach oben	Temperatur ° C.	Lange Diagonale oder kleinste Elasticitätsaxe: Hälfte b''	Hälfte b'	Mittel	Kurze Diagonale oder Richtung mittlerer Elasticität: Hälfte a'	Hälfte a''	Mittel	Differenz der Mittel oder Winkel zwischen den Hauptschwingungsrichtungen a' u. b'' oder a'' u. b'	Winkel v
a. Weisses Licht.									
Ober-	17,8	50° 30',0	230° 33',5	50° 31',8	320° 51',0	140° 17',0	320° 34',0	89° 57',8	b = — 0° 6',95
Unter-	18,4	309 31,5	128 57,0	309 14,8	38 39,0	219 48,5	39 13,8	89 59,5	a = — 0 6,10
Ober-	17,3	50 27,5	230 34,5	50 31,0	320 48,0	140 17,0	320 32,5	89 58,5	b = — 0 7,00
Unter-	17,8	309 26,5	129 8,5	309 15,0	38 46,5	219 45,0	39 15,8	90 0,8	a = — 0 5,85
Ober- } Mittel				50 31,50			320 33,25	89 58,16	b = — 0 6,98
Unter- } Mittel				309 14,65			39 14,80	90 0,16	a = — 0 5,98
Mittel aus Ober- u. Unterseite				50 38,38			39 20,78	89 59,16	
Staurosk. Corr. n. Groth-Websky				+0 19,34			—0 19,34		
				50 57,72			39 1,44		
b. Natrium-Licht (* hoher Gasdruck).									
Ober-	21,4	50 23,5	230 38,0	50 30,8	320 52,0	140 17,0	320 34,5	89 56,3	b = — 0 7,60
Unter-	20,9	309 30,0	128 58,0	309 14,0	38 37,0	219 47,5	39 12,3	89 58,3	a = — 0 6,60
Ober-	17,9	50 24,0	230 40,5	50 32,3	320 51,5	140 17,5	320 34,5	89 57,8	b = — 0 6,60
Unter-	21,9	309 26,5	129 2,5	309 14,5	38 44,0	219 41,5	39 12,8	89 58,3	a = — 0 6,35
Ober-*	20,9	50 21,5	230 38,5	50 30,0	320 46,5	140 16,5	320 31,5	89 58,5	b = — 0 7.80
Unter-*	20,9	309 28,5	129 0,5	309 14,5	38 42,0	219 48,5	39 15,3	90 0,8	a = — 0 6.60
Ober- } Mittel				50 31,03			320 33,5	89 57,53	b = — 0 7,33
Unter- } Mittel				309 14,83			39 13,47	89 59,14	a = — 0 6,52
Mittel aus Ober- u. Unterseite				50 38,35			39 19,99	89 58,34	
Staurosk. Corr. n. Groth-Websky				+0 19,34			—0 19,34		
				50 57,69			39 0,65		
c. Rothes Licht.									
Ober-	13	50 29,5	230 32,5	50 31,0	320 49,0	140 11,0	320 30,0	90 1,0	b = — 0 6,85
Unter-	13	309 26,5	129 4,0	309 13,3	38 41,5	219 44,5	39 13,0	89 57,7	a = — 0 8,50
Mittel aus Ober- u. Unterseite				50 37,85			39 21,50	89 59,35	
Staurosk. Corr. n. Groth-Websky				+0 19,34			—0 19,34		
				50 57,19			39 2,16		
d. Blaues Licht.									
Ober-	13,6	50 33,0	230 32,0	50 32,5	320 51,0	140 14,5	320 32,8	89 59,7	b = — 0 6,50
Unter-	14	309 31,0	128 58,0	309 14,5	38 43,0	219 44,5	39 13,8	89 59,3	a = — 0 6,70
Mittel aus Ober- u. Unterseite				50 39,00			39 20,50	89 59,5	
Staurosk. Corr. n. Groth-Websky				+0 19,34			—0 19,34		
				50 58,34			39 1,16		
Weisses Licht				50 57,72			39 1,44	89 59,16	— 0 6,48
Gelbes Licht				50 57,69			39 0,65	89 58,34	— 0 6,98
Rothes Licht				50 57,19			39 2,16	89 59,35	— 0 7,68
Blaues Licht				50 58,34			39 1,26	89 59,50	— 0 6,60
Mittel				50 57,78			39 1,37	89 59,10	— 0 6,92
Berechnet:				50 57,50			39 2,50	90 0,0	
Differenz:				+0 0,28			—0 1,13	—0 0,90	

11. Siebente Versuchsreihe.

Eine in jeder Weise fehlerlose, früher noch nicht untersuchte Spaltlamelle von isländischem Doppelspath mit einer Endkante der Stahlschiene *u* bis auf 0° 3,'60 parallel in das Stauroskop gelegt, ergab die nachstehenden ebenfalls normalen Resultate:

Calcit II.

Des Krystalles Seite nach oben	Temperatur ° C.	Lange Diagonale oder kleinste Elasticitätsaxe			Kurze Diagonale oder Richtung mittlerer Elasticität			Differenz der Mittel oder Winkel zwischen den Hauptschwingungs-Richtungen a' u. b'' oder a'' u. b'	Winkel v
		Hälfte b''	Hälfte b'	Mittel	Hälfte a'	Hälfte a''	Mittel		
a. Weisses Licht.									
Ober-	18,6	51° 2,'5	230° 57,'5	51° 0,'0	321° 25,'5	140° 38,'5	321° 2,'0	89° 58,'0	$b = -$ 0° 0,'50
Unter-	18,6	309 17,0	128 41,0	308 59,0	38 25,0	219 40,0	39 2,5	90 3,5	$a = +$ 0 2,25
Ober-	18,6	51 5,0	230 57,0	51 1,0	321 25,0	140 39,0	321 2,0	89 59,0	$b = -$ 0 0,25
Unter-	18,6	309 17,0	128 40,0	308 58,5	38 27,0	219 39,0	39 3,0	90 4,5	$a = +$ 0 2,50
Ober- } Mittel				51 0,50			321 2,0	89 58,5	$b = -$ 0 0,87
Unter- } Mittel				308 58,75			39 2,75	90 4,0	$a = +$ 0 2,87
Mittel aus Ober- u. Unterseite				51 0,88			39 0,36	90 1,25	
Staurosk. Corr. n. Groth-Websky				—0 3,60			+0 3,60		
				50 57.28			39 3,96	90 1,25	
b. Natrium-Licht.									
Ober-	22,5	51 0,5	231 1,5	51 1,0	321 22,0	140 39,5	321 0,80	90 0,2	$b = +$ 0 0,40
Unter-	23,8	309 11,0	128 48,5	308 59,8	38 25,5	219 40,0	39 2,75	90 2,95	$a = +$ 0 1,78
Mittel aus Ober- u. Unterseite				51 0,60			39 0,98	90 1,58	
Staurosk. Corr. n. Groth-Websky				—0 3,60			+0 3,60		
				50 57,00			39 4,58	90 1,58	
c. Rothes Licht.									
Ober-	22,9	51 5,0	230 55,5	51 0,3	321 26,0	140 33,5	321 0,8	89 59,50	$b = -$ 0 0,95
Unter-	22,4	309 11,5	128 44,0	308 57,8	38 22,0	219 35,0	38 58,5	90 0,70	$a = -$ 0 0,85
Mittel aus Ober- u. Unterseite				51 1,25			38 58,85	90 0,10	
Staurosk. Corr. n. Groth-Websky				—0 3,60			+0 3,60		
				50 57,65			39 2,45	90 0,10	
d. Blaues Licht.									
Ober-	18,3	51 1,5	231 0,0	51 0,8	321 29,0	140 33,0	321 1,0	89 59,8	$b = -$ 0 0,95
Unter-	18,3	309 12,5	128 42,0	308 57,3	38 30,0	219 34,5	39 2,3	90 5,0	$a = +$ 0 1,65
Mittel aus Ober- u. Unterseite				51 1,75			39 0,65	90 2,4	
Staurosk. Corr. n. Groth-Websky				—0 3,60			+0 3,60		
				50 58,15			39 4,25	90 2,4	
Weisses Licht				50 57,28			39 3,96	90 1,25	+0 1,00
Gelbes Licht				57,00			4,58	90 1,58	+0 1,09
Rothes Licht				57,65			2,45	90 0,10	—0 0,65
Blaues Licht				58.15			4,25	90 2,40	+0 0,83
Mittel				57,51			3,81	90 1,33	+0 0,45
Berechnet:				57,50			2,50	90 0,00	
Differenz:				+0 0,01			+0 1,31	+0 1,33	

12. Verhalten des Winkels ν.

Schon bei der früheren Untersuchung der »normalen« Calcitlamelle [1]) war mir nicht entgangen, dass der Winkel ν nicht, wie bei der gleichzeitig untersuchten Barytlamelle [1]) eine constante Grösse ist oder in Folge der unvermeidlichen, noch nicht ganz durch Repetitionen aufgehobenen Beobachtungsfehler einen von einer constanten Grösse nach beiden Seiten hin nur um etwa eine Minute abweichenden Werth hat, sondern dass er zu verschiedenen Zeiten oder bei verschiedenen Lichtarten oder bei anderen Temperaturen etwas grössere Schwankungen bis zu $\pm$ 9 Minuten zeigt.

Hierauf habe ich schon früher [1]) aufmerksam gemacht, unter Hinweis, dass Landolt [16]) ganz ähnliche Erscheinungen bei den Polaristrobometern und Saccharimetern beobachtet hat, weshalb er empfiehlt, die Nullpunktlage — d. h. unseren Winkel ν — an jedem Beobachtungstage wenigstens einmal neu zu bestimmen.

Landolt hält es für wahrscheinlich, dass bei so mannigfaltig zusammengesetzten Apparaten sich die einzelnen optischen und mechanischen Theile in gegenseitiger Spannung befinden, welche im Laufe der Zeit oder durch Temperaturveränderung Schwankungen unterliegt und die Verschiebung der Normallage des Polarisator bewirkt.

Damals verfolgte ich diese befremdliche Erscheinung nicht weiter, sondern folgte dem Vorschlage Landolt's und beseitigte diese Schwankungen nach der Murmann'schen Methode [13]) der doppelten Ablesung, so unbequem das auch durch den damit verbundenen Zeitverlust ist.

Die Wiederholung dieser Erscheinung bei den drei ersten der neuen Versuchsreihen veranlasste mich aber, dem Grunde dieser Erscheinung nachzuforschen.

In dieser Beziehung ist zuerst hervorzuheben, dass die Schwankungen des Winkels ν bei sonst normalen Resultaten ganz anders verlaufen als bei den anomalen.

Bei diesen ist nämlich (s. oben S. 109 und 110) der Winkel ν nicht nur für verschiedene Lichtarten, sondern auch stets für die beiden Schwingungsrichtungen a und b bei demselben Lichte verschieden an Vorzeichen und an absoluter Grösse.

Bei jenen dagegen haben die Winkel ν in Bezug auf dieselbe Lichtart für beide Richtungen a und b nicht nur gleiches Vorzeichen, sondern auch gleiche absolute Grösse (bei Berücksichtigung der noch nicht ganz beseitigten Beobachtungsfehler), so dass die Winkel ν nur in Bezug auf verschiedene Lichtarten bei einer und derselben Krystallplatte Schwankungen zeigen, welche aber bei verschiedenen Platten sehr ungleich sein können.

---

16) Optisches Drehvermögen organischer Substanzen, 1879.

Für die vorstehenden Versuche mit dem jetzigen Stauroskope wurde mittelst der Topasplatte von Sachsen der Winkel ν bei Tageslicht ermittelt und am Apparate in genannter Weise corrigirt, bis er im Mittel von 480 Einstellungen und Ablesungen nur noch — 0° 0,′25 betrug. Dieser kleine Winkelwerth liegt weit innerhalb der unvermeidlichen Einstellungsfehler, selbst bei Mittelnahme aus den üblichen je zehn Einstellungen, und kann somit unberücksichtigt bleiben.

Nun findet sich aber an derselben Topaslamelle der Winkel ν im Mittel:

	für a	für b
bei gelbem (Natrium-) Lichte	+ 0° 9,′90	+ 0° 8,′73
bei gelbem (Kaliumbichromat-) Lichte	+ 0 7,65	+ 0 5,40
bei rothem Lichte	— 0 11,23	— 0 10,53
bei blauem Lichte	— 0 3,35	— 0 3,35

und zwar so, dass die einzelnen Componenten dieser Mittel unter sich nur wenig schwanken.

Hierdurch schien mir die Landolt'sche Annahme, die Ursache dieser Erscheinung in Spannungserscheinungen am Apparate zu suchen, um so mehr auszuschliessen zu sein,

1) als sich bei darauf gerichteten Versuchen zu derselben Zeit und bei derselben Temperatur jene Schwankungen des Winkels ν einstellen, sobald die Lichtart gewechselt wird, und

2) als sich bei derselben Lichtart an entlegenen Tagen und bei sehr verschiedenen Temperaturen keine Schwankungen ergaben.

Danach glaubte ich, den Grund in dem Wechsel der Lichtart vermuthen zu müssen, d. h. ich wurde zu der Annahme geführt, dass in Folge nicht ganz genauer Construction des Zwillingsnicol die den verschiedenen Wellenlängen entsprechenden Symmetrieebenen desselben jene oben angeführte Dispersion haben.

Dieser Annahme widerspricht nun aber die an den Krystalllamellen des Kaliumglimmer und des Topas von Nertschinsk gemachte Beobachtung, dass diese Dispersion nicht bei allen Krystalllamellen dieselbe ist.

Sie beträgt nämlich

	am Glimmer:	am Topas:
für weisses Licht	— 0° 24,′90	— 0° 6,′98
für gelbes Licht	— 0 19,78	— 0 2,82
für rothes Licht	— 0 28,98	+ 0 4,78
für blaues Licht	— 0 17,05	— 0 11,15

Die Schwankungen des Winkels ν müssen mithin auch von der Krystalllamelle abhängen, was schon daraus folgt, dass in derselben Stunde und bei derselben Temperatur im Tageslichte der Topas von Nertschinsk ν = — 0° 6,′98, der Topas von Sachsen ν = — 0° 3,′80 ergab.

Ein Zufall brachte in dieser Frage ganz unerwartet Aufschluss. Wie bei der vierten Versuchsreihe S. 114 mitgetheilt, hatte sich in Folge einer Unvorsichtigkeit am Apparate der Analysator verschoben und musste von Neuem auf gleiche Dunkelheit beider Hälften des Gesichtsfeldes eingestellt werden; sonst war der Apparat unverändert geblieben.

Nun ergab die stauroskopische Untersuchung derselben Topaslamelle aus Sachsen (s. oben vierte Versuchsreihe) in allen Beziehungen ganz normale Resultate gerade so wie jene früher [1]) untersuchte Barytlamelle.

Der Winkel ν beträgt nämlich für die Schwingungsrichtungen:

	a	*b*
bei weissem Lichte	— 0° 1',77	— 0° 1',92
bei gelbem Lichte	— 0 1,13	— 0 1,52
bei rothem Lichte	— 0 3,05	— 0 2,85
bei blauem Lichte	— 0 2,73	— 0 2,40
im Mittel	— 0 2,18	— 0 2,18

Diese kleinen Schwankungen von ν um das Mittel — 0° 2',18 für die verschiedenen Wellenlängen dürfen wohl nur als noch nicht ganz durch genügende Repetition beseitigte Beobachtungsfehler gedeutet werden.

Die bei den früheren Untersuchungen gefundenen Schwankungen von ν für die verschiedenen Lichtarten können danach nur an der nicht ganz richtigen Stellung des Analysator zum Polarisator gelegen haben.

Dieser so mittelst der Topaslamelle ermittelte Winkel ν = — 0° 2',18 wurde am Apparate nicht corrigirt, so dass mit ihm die Versuchsreihen IV. bis VII. ausgeführt worden sind.

Die Resultate dieser Versuchsreihen sind auch in Bezug auf den Winkel ν ganz normale. Nur muss es sehr auffallen, dass derselbe bei den verschiedenen Krystalllamellen nicht immer denselben Werth besitzt, nämlich beim

	Topas IV.	Baryt V.	Calcit VI.	Calcit VII.
für weisses Licht	— 0° 1',85	+ 0° 0',20	— 0° 6',48	+ 0° 1',00
für gelbes Licht	— 0 1,33	+ 0 0,58	— 0 6,93	+ 0 1,09
für rothes Licht	— 0 2,95	+ 0 0,10	— 0 7,68	— 0 0,65
für blaues Licht	— 0 2,57	— 0 0,48	— 0 6,60	+ 0 0,35
im Mittel	— 0 2,18	+ 0 0,10	— 0 6,92	+ 0 0,45

Da der Winkel ν weder im Laufe der Zeit noch durch Temperaturschwankungen einem Wechsel unterliegt, so können die Schwankungen von ν nur von der Krystalllamelle oder auch vielleicht von dem Krystallträger v abhängen.

Der Grund dieser Schwankungen hat bisher noch nicht aufgeklärt werden können.

13. Resultate.

Die bei richtiger Justirung des Apparates in dem Stauroskope mit dem Zwillingsnicol von Schmidt und Hänsch durch vorstehende Untersuchungen erzielten Resultate sind folgende:

1) Alle bis jetzt stauroskopisch untersuchten Krystalllamellen ergeben ganz normale Resultate, auch wenn dieselben in dem alten Apparate anomale Ergebnisse geliefert haben, sobald man von kleinen Schwankungen des Winkels ν absieht. Bei Anwendung des alten Apparates erwiesen sich dagegen nur sehr wenige Krystalllamellen normal.

2) Die stauroskopische Bestimmungsmethode steht bei zahlreichen Einstellungen in allen vier Quadranten und Mittelnahme aus allen Ablesungen anderen physikalischen Messungsmethoden nicht nach, und zwar um so weniger, je heller die angewendete Lichtart ist.

Die Abweichungen zwischen den Beobachtungen und Berechnungen liegen weitaus in den meisten Fällen unter einer Minute und überschreiten selbst in ungünstigen Fällen nicht den doppelten Werth.

3) Der Winkel ν zwischen der Symmetrieebene des Zwillingsnicol und der Normalebene durch den Mittel- und Nullpunkt des Limbus bez. des Nonius erweist sich bei einer und derselben Krystalllamelle als eine constante Grösse für alle Lichtarten, ist also unabhägig von etwaigen Spannungen im Apparate in Folge von Zeit und Wärme.

Man kann denselben durch Beobachtung ermitteln und sowohl thatsächlich am Apparate je nach dessen Einrichtungen bis auf einen unbedeutenden Betrag beseitigen, als auch von den Beobachtungswerthen abziehen, wie auch nach der Murmann'schen Methode der doppelten Einstellung und Ablesung, einmal wenn die Ober-, andermal wenn die Unterseite der Krystalllamelle unter sonst gleichen Umständen im Apparate nach oben liegt, eliminiren.

4) Es wechselt aber aus noch nicht aufgeklärter Ursache der Winkel ν um einige Minuten bei den verschiedenen Krystalllamellen oder deren Unterlagen. Mithin ist für jeden Krystall der Winkel ν besonders zu ermitteln, wenn er beseitigt werden soll.

5) Zur Erhöhung der Genauigkeit der stauroskopischen Methode und zur bequemeren Beobachtung ist den in der bisherigen Construction vielfach noch mangelhaften Stauroskopen eine bessere Einrichtung zu geben, etwa wie den Polaristrobometern.

R. Fuess in Berlin hat es übernommen, auf Grund der bei meinen stauroskopischen Untersuchungen gemachten Erfahrungen ein diesen Zielen

entsprechendes Präcisions-Stauroskop zu construiren, um diese für weitere Untersuchungen grundlegende Aufgabe der Krystalloptik in der nöthigen Schärfe und Zuverlässigkeit erfüllen zu können.

Mit Hülfe dieses Präcisionsinstrumentes wird man auch im Stande sein, die kleinen Aenderungen der Schwingungsrichtungen des Lichtes in Krystallen durch Spannung und Wärme zu erforschen.

6) Mit diesem, auch in den mechanischen Theilen vervollkommneten Stauroskope wird durch Versuche festzustellen sein, ob der Zwillingsnicol von Schmidt und Hänsch durch den neuerdings von Lippich [12]) in Vorschlag gebrachten und bei Polarimetern schon eingeführten Halbschattenapparat übertroffen wird.

Ohne Versuche lässt sich darüber nichts aussagen, obwohl der Lippich'sche Apparat, wenn er auch auf demselben Principe beruht wie diejenigen von Schmidt und Cornu, theoretisch grosse Vorzüge vor diesen Apparaten besitzt, weil durch die Möglichkeit einer Aenderung des Winkels zwischen den Hauptschnitten in beiden Hälften des Halbschattenapparates dessen Empfindlichkeit geändert und der Intensität der angewendeten Lichtquelle angepasst werden kann.

Das von Fuess in Arbeit genommene Präcisionsinstrument soll deshalb mit den beiden Halbschattenapparaten von Schmidt und Hänsch, sowie von Lippich ausgestattet werden.

7) Ob und wie das Zwillingsnicol von Schmidt und Hänsch mit dem Mikroskope verbunden werden kann, um für mikroskopische Zwecke der Mineralogie und Petrographie mit gleicher Genauigkeit die Schwingungsrichtung des Lichtes in Krystallen ermitteln zu können, wird bei der Wichtigkeit dieses Zieles einer baldigen Untersuchung bedürfen, denn die bisher üblichen mikroskopisch-stauroskopischen Forschungen lassen an Genauigkeit noch viel mehr als die makroskopischen zu wünschen übrig.

Aachen im April 1883.

IX. Ueber die Feldspäthe von Pantelleria.

Von

H. Förstner in Strassburg.

(Hierzu Taf. IV u. V, Fig. 1—19 und 8 Holzschnitte.)

Die Resultate einer ersten Untersuchung zweier der Insel Pantelleria entstammender und als Natronorthoklas bezeichneter Feldspäthe wurden in dieser Zeitschr. **1**, 547 f. mitgetheilt. Inzwischen ist die Sammlung derselben gelegentlich eines längeren Aufenthaltes auf der genannten Insel im Jahre 1881 bedeutend vervollständigt worden, und ein eingehenderes Studium dieser Feldspäthe, wie solches durch die bezweckte petrographische Untersuchung Pantellerias unbedingt nothwendig erschien, setzte den Verf. in den Stand, nicht nur einige Irrthümer der letzten Arbeit zu verbessern, soweit dies nicht schon von anderer Seite geschehen ist, sondern auch eine Anzahl neuer, für die Kenntniss der Feldspathgruppe überhaupt nicht unwichtiger Thatsachen zu beobachten, so dass es geeignet erscheint, dieselben im Folgenden ausführlicher mitzutheilen. Zu diesem Zwecke dürfte es wünschenswerth sein, zunächst einen kurzen Ueberblick über die geologischen Terrainverhältnisse des Vorkommens vorauszuschicken*).

Der Boden der Insel Pantelleria besteht bekanntlich ausschliesslich aus vulkanischen Gesteinen, welche von einer ihrer Altersfolge entsprechend variirenden Natur sind, wie die folgende geologisch-petrographische Uebersicht derselben in der Reihe von unten nach oben es zeigt:

I. Gesteine in Form von Bänken, ohne nachweisbare Vulkancentren. Fundamentales Gebiet der Insel.

1) Phonolith resp. Phonolith-ähnliche Gesteine.

2) Liparit.

---

*) Zur Erlangung einer etwas eingehenderen Kenntniss derselben wird man sich bis zum Erscheinen der vom Verfasser in Aussicht genommenen Detailarbeit am Besten der von demselben im Boll. del R. Com. geol. d'Italia veröffentlichten: »Nota preliminare sulla geologia dell'isola di Pantelleria, Roma, Tipogr. Barbera 1881« bedienen.

Dieselben scheinen die ganze Insel zu unterteufen, und treten besonders an den Rändern und in den Tiefthälern derselben hervor.

II. Vorwiegend in massiven Gebirgsmassen, untergeordnet in Stromform auftretende Gesteine. Gebiet des ältesten auf der Insel nachweisbaren Kraters.

3) Der ältere Augitandesit, welcher die erwähnten bankförmigen Gesteine in der Mitte der Insel durchbrochen hat, und hier in Form das Mte. Gibele und der Montagna grande eine Höhe bis zu 836 m erreicht.

4) Der jüngere Augitandesit in dem Stromgebiete von Zichidì und Scauri etc.

III. Die Ströme und Kratere der mittleren und activsten Eruptionsepoche Pantellerias. Gebiet der zum Centralgebirge der Insel peripherisch verlaufenden Gebirgsglieder.

5) Pantellerit. Mit diesem Namen wurde in der erwähnten nota preliminare ecc. p. 15 das Gestein der jüngeren eisenreichen Laven der Insel benannt, welches sich mineralogisch durch seinen Gehalt an Cossyrit*) auszeichnet. Die Bestimmung des zugehörigen Feldspaths als asymmetrisch hat nun zwar dargethan, dass dasselbe den Daciten am nächsten steht; allein, abgesehen von dem verschiedenen Charakter seines Plagioklases, unterscheidet sich das Gestein chemisch und mineralogisch so wesentlich von der genannten Gruppe, dass seine Sonderstellung berechtigt erscheint**).

Die meisten der im Folgenden beschriebenen Feldspäthe entstammen diesem Muttergesteine, welches, wie bei Gelegenheit des Cossyrits erwähnt wurde, eine Fläche von 40 qkm, d. h. den überwiegenden Theil der Insel, in grosser Mannigfaltigkeit des Structurwechsels und der Lagerungsverhältnisse beherrscht. In dem Stromcomplexe dieser Gesteine, welcher das andesitische Centralgebiet ringförmig umschliesst, konnten 45 Vulkancentren und 50 Ströme unterschieden werden, deren mannigfaltiges geotektonisches Gefüge das landschaftliche Gepräge der Insel wesentlich bedingt.

IV. Die Ströme und Kratere der jüngsten Eruptionsepoche. Gebiet der zum jüngsten Dacit- (Pantellerit-) Krater S. Elmo peripherisch gestellten Kratere im NW. der Insel.

5) Feldspathbasalt, welcher für krystallographische Beobachtungen ebenso wenig Material darbietet, wie der Phonolith der Insel, und seiner Zusammensetzung nach den Laven des Aetna sehr nahesteht.

Die trachytischen, bez. saueren Gesteine der Insel zeichnen sich nun alle, einerlei ob in der Grundmasse krystallinisch oder glasig, durch einen

*) Diese Zeitschr. 5, 348 etc.

**) Siehe die allgemeine chemische Zusammensetzung desselben l. c.

grossen Reichthum an feldspathischen Bestandtheilen aus, welche in einigen Fällen so weit vor der übrigen Grundmasse vorherrschen (z. B. Liparit von Porticello), dass sie eine Art von Sanidinit zu bilden scheinen. Aus diesem wittern die Krystalle ebenso leicht heraus, wie aus den gewöhnlichen porös-krystallinischen Varietäten.

Die Feldspäthe der Insel sind aber, dem Charakter ihrer Muttergesteine entsprechend, zum kleineren Theile Orthoklase, wie die der ältesten Gesteinsgruppe I., im Uebrigen aber Plagioklase, welche sämmtlichen unter II. bis IV. aufgezählten Gesteinsabtheilungen angehören. Während die ersteren in ziemlich constanter Mischung auftreten, zeigen sich die letzteren hingegen, mit den verschiedenen Altersstufen und Gesteinen wechselnd, von variabler Zusammensetzung. Allein alle diese Feldspäthe, und zwar ohne Unterschied ihres Systems und ihrer geologischen Abkunft, tragen ein gemeinsames Merkmal in ihren chemischen Mischungsverhältnissen an sich. Während nämlich der Kalkgehalt in denselben, den verschiedenen Muttergesteinen gemäss, einigermassen variabel ist, der Kali- und Natrongehalt sich hingegen ziemlich constant erweisen, ist das Verhältniss dieser beiden Alkalien zu einander jedoch ein relativ allen bekannten Feldspäthen gegenüber anomales, indem die Kalimenge in den Orthoklasen zu gering, in den Plagioklasen zu gross erscheint, als dass man die ersteren mit gewöhnlichen Orthoklasen, die letzteren mit den Feldspäthen der Albit-Anorthitreihe ohne Weiteres in Verbindung bringen könnte. Wir treten demnach bei der Betrachtung dieser Feldspäthe in beiden Systemen Mischungen gegenüber, welche sich bisher, vermuthlich ihrer räumlich beschränkten Verbreitung wegen, der Untersuchung entzogen haben. Es wird daher im Folgenden namentlich die Aufgabe sein, festzustellen, in welchen Verhältnissen die chemischen und krystallographischen Eigenschaften derselben zu den bekannten Verbindungen der Feldspathfamilie stehen. Ein Vergleich mit den letzteren wird zeigen, dass diese Feldspäthe in ihren Eigenthümlichkeiten ebenso von den normalen Vertretern dieser Mineralgruppe abweichen, wie ihre Muttergesteine dies bezüglich anderer bekannter Glieder aus der Trachytfamilie thun.

In Bezug auf die hier eingeschlagene chemische Untersuchungsmethode dürfte es bei der Wichtigkeit der Beziehungen des Kali- zum Natrongehalt nicht überflüssig sein, zu erwähnen, dass auf die quantitative Bestimmung der beiden Alkalien besondere Sorgfalt verwandt worden ist. Zur Controle der Gewichtsbestimmung des Kaliums im Kaliumplatinchlorid und des Natriums aus der Differenz der Chloralkalien, wurden sowohl für das erstere die entsprechenden Mengen Platin und Chlorkalium gewogen, als auch für das Natrium eine directe Bestimmung des entsprechenden Chlornatriums nicht unterlassen worden ist. Das letztere wurde ferner in allen Fällen von Neuem auf seine Reinheit mittelst Platinchlorid geprüft. Der

kohlensaure Kalk und das Chlorkalium aus beinahe sämmtlichen Analysen wurden ferner noch der Spectralprobe unterworfen. Nach derselben enthalten alle diese Feldspäthe, namentlich aber die Plagioklase, Spuren von *BaO*.

Die Bestimmung des spec. Gewichtes der Feldspäthe wurde in allen Fällen, für welche nicht eine andere Methode angegeben worden ist, mit Hülfe der Thoulet'schen Lösung an 4—5 Krystallen vorgenommen; die der Gesteine zum Theil mittelst derselben Methode, zum Theil mit dem Pyknometer.

Einige für die Erkennung der asymmetrischen Glieder dieser Feldspäthe speciell angewandte optische Methoden sollen weiter unten eine besondere Erwähnung finden.

Wir beginnen, dem geologischen Alter der Krystalle entsprechend, indem wir von unten nach oben fortschreiten, zunächst mit dem Orthoklase, und lassen alsdann die Plagioklase folgen.

1. Monosymmetrischer Feldspath (Natronorthoklas).

Der Begriff »Natronorthoklas« soll hier gleich eingehends dahin präcisirt werden, dass, übereinstimmend mit der von Prof. P. Groth vorgeschlagenen Definition*), alle solche Orthoklase mit diesem Namen bezeichnet werden sollen, in deren Mischung das isomorphe Natronsilicat quantitativ im Molekulargewichte vorherrscht, also mehr als die Hälfte ihrer Moleküle bildet und daher den Charakter dieser Feldspäthe bestimmt. Solche natronreiche Orthoklase sind nun zwar schon früher von verschiedenen Localitäten, welche später zum Theil aufgeführt werden sollen, zur Beobachtung gelangt. In keinem der genau bekannten Sanidine erreicht indessen der Natrongehalt eine ähnliche Höhe, wie er in den beiden folgenden Feldspäthen von Pantelleria nachgewiesen worden ist.

Es muss hier noch ausdrücklich bemerkt werden, dass die hier zur Besprechung gelangenden zwei Repräsentanten nichts mit den beiden früher vom Verfasser als Natronorthoklase beschriebenen Feldspäthen, welche sich nachträglich als Plagioklase erwiesen, gemein haben. Die beiden neuen Vertreter entstammen nicht nur anderen Fundorten, sondern auch petrographisch ganz verschiedenen Muttergesteinen. Dieselben sind wesentliche Constituenten des alten weissen Liparits der Insel, welcher in bis 8 m mächtigen Bänken, namentlich im Küstenrande, aber auch in einigen Tiefthälern, in Folge von Dislocationen zu Tage getreten ist. Als die geeignetsten Fundorte für diese Krystalle erwiesen sich der nördliche Uferrand des natronreichen kleinen Landsees Bagno dell'acqua, und die benachbarte Steilküste zwischen Cala il Porticello und Cala della Pta. Pozzolana.

*) Tabell. Uebers. der Min. von P. Groth, 1882, S. 109.

1. Natronorthoklas von Bagno dell'acqua.

Die Krystalle finden sich hier losgelöst vom Muttergestein in dem aus Sanidintrümmern bestehenden Sande des Ufers, sind aber, wie die optische Prüfung erweist, so reichlich mit Plagioklaskrystallen untermengt, dass man ohne eine geologische Untersuchung der nächsten Umgebung über ihre Provenienz aus einem Liparit zweifelhaft sein könnte. Eine solche lehrt indessen, dass unter den mannigfachen anstehenden Gebirgsgliedern der Nachbarschaft nur ein einziges orthoklashaltig ist, und dies ist der erwähnte weisse Liparit, welcher im untersten Theile der nördlichen niedrigen Steilwand des Seebeckens zu Tage tritt. Derselbe besteht aus reichlich vorhandenen glänzenden Sanidineinsprenglingen, welche neben kleineren grünen und durch eisenhaltige Einlagerungen meistens getrübten Augitkrystallen in einer Grundmasse liegen, die von Feldspathleisten, grünen pleochroitischen Augitnädelchen und schwarzbraunen Zersetzungsproducten gebildet ist.

Für die Analyse wurden, nach Ausscheidung von zwei Plagioklasen, 12 Krystalle in 26 Platten nach $0P(001)$ optisch geprüft, nachdem das Studium der asymmetrischen Feldspäthe zuvor ergeben hatte, dass solche erstens lamellenfrei auf Pantelleria kaum existiren, und dass zweitens ihre Lamellen wenigstens eine Auslöschungsschiefe von circa 2° aufweisen. Die chemische Untersuchung lieferte folgende Resultate:

		O	
SiO_2	66,06	35,23	11,76
Al_2O_3	19,24	8,93	3
FeO	0,54	0,12	
CaO	1,11	0,32	
MgO	0,11	0,04	1,12
Na_2O	7,63	1,97	
K_2O	5,45	0,92	
	100,14		

Spec. Gewicht 2,581—2,592.

Das oben angeführte Sauerstoffverhältniss zwischen den Bestandtheilen dieser Feldspathmischung entspricht nicht genau dem eines Orthoklases. Eine mikroskopische Untersuchung hat nun aber ergeben, dass das vorliegende Mineral eine geringe Quantität von Augitnädelchen einschliesst, weshalb die Veranlassung nahe lag, sowohl die geringe Menge Eisenoxydul, als auch einen Theil des Kalkes und der Magnesia auf das genannte Bisilicat zurückzuführen. Es ist nun zwar nicht möglich, die letzteren beiden Bestandtheile desselben von jenem Antheil der alkalischen Erden zu trennen, welcher dem zweifellos auch vorhandenen isomorphen Kalkfeldspathe zukommt; wenn man aber auf eine solche Trennung verzichtet und, mit Begehung des immerhin kleinen unvermeidlichen Fehlers, auf Grund der

genannten Bestandtheile das Bisilicat berechnet und aus der Rechnung eliminirt, so erhält man für den Rest von Natronorthoklas das Sauerstoffverhältniss für

$$Na_2O(K_2O) : Al_2O_3 : SiO_2 = 1 : 3{,}12 : 11{,}85.$$

Die Krystalle, welche in der Regel 0,5—0,8 cm gross sind, zeigen sich nur zum Theil wasserklar, haben im Uebrigen aber eine grauliche Färbung, die von trüber Oberflächenbeschaffenheit herrührt, und sind dann nur unvollkommen durchsichtig. Diese Trübungen sind, wie man sich leicht mittelst der Lupe überzeugen kann, auf Anätzung zurückzuführen; die letztere dürfte von dem gelegentlich in Folge vulkanischer Ursachen über seine Ufer tretenden Wasser des Bagno hervorgebracht sein, da dasselbe grosse Quantitäten alkalischer Salze enthält. In Spaltungsstücken erweisen sich aber auch die in Rede stehenden Krystalle meistens wasserklar und völlig frei von Zersetzungserscheinungen der Feldspathsubstanz. Sie sind ziemlich arm an Einschlüssen, und die letzteren erweisen sich niemals von glasiger Beschaffenheit, wie dies bei den Plagioklasen der Insel der Fall ist; vielmehr bestehen sie vorwiegend aus den bereits erwähnten Augitnädelchen. Neben diesen kommen auch kleine, meistens rectanguläre Einschlüsse vor, welche in ihren zur Gestalt des Wirths orientirten Umrissen viele Aehnlichkeit mit den Glasinterpositionen der folgenden Plagioklase haben. Sie bestehen indessen stets aus einer gekörnelten Masse winziger, brauner und wasserheller Mikrolithe, welche schwache Aggregatpolarisation zeigt, und die wahrscheinlich ein Entglasungsproduct sind. Ferner kommen noch wasserhelle, tafelförmige und dabei ungegliederte Mikrolithe vor. Die Spaltung nach $0P(001)$ dieser Krystalle zeigt sich vollkommen feinblätterig, spiegelglatt und eben, sowohl beim Anblick mit unbewaffnetem Auge, als auch unter der Lupe. Diese Beschaffenheit kann schon als ein ziemlich sicheres Unterscheidungsmerkmal, selbst von den überfein lamellirten Plagioklasen von dort dienen.

Es kommen an diesen Krystallen die am Orthoklas gewöhnlichen Formen: $M(010)\infty\breve{P}\infty$, $P(001)0P$, $T(110)\infty P$, $n(021)2\breve{P}\infty$, $y(\bar{2}01)2\bar{P}\infty$, sowie seltener auch $o(\bar{1}11)+P$ zur Beobachtung. Im unverletzten Zustande findet man sie selten vereinzelt, und dann mitunter von rectangulär säulenförmigem Habitus. Gewöhnlich sind sie aber zu regellosen Gruppen oder zu Zwillingen nach dem Karlsbader Gesetze verbunden. Die letzteren erweisen sich ganz typisch und zwar gewöhnlich dicktafelförmig nach $M(010)$ ausgebildet. Als Seltenheit wurden auch zwei Zwillinge nach dem Gesetze: »Zwillingsebene $P(001)$« beobachtet. Dasselbe ist bekanntlich zuerst von G. vom Rath an einem Sanidin aus Peru (Poggend. Annalen 1868, **135**, 476) nachgewiesen worden. Das erste der vorliegenden Exemplare (siehe Taf. IV, Fig. 1), 0,3 cm lang und ebenso breit, ist auch von rectangulärem Habitus durch Vorwiegen der Flächen $M(010)$ und $P(001)$.

An der Endigung zeigt es sich von den Flächen $y(20\bar{1})$ und $T(110)(1\bar{1}0)$ begrenzt, wobei die letzteren bis auf beinahe dreiseitige Facetten verkürzt erscheinen. Die Flächen $y = (20\bar{1})$*) des Hemiorthodomas berühren die Basis und bilden einen einspringenden Winkel; ihre einspringende Kante verläuft parallel zur letzteren Fläche. Das Gesetz konnte aber auch optisch an diesem völlig wasserhellen Exemplare bestätigt werden, und wurde dabei eine Auslöschungsschiefe von beiläufig 10° zur Zwillingsnaht constatirt. Vorher wurde dieser Krystall auf seine Identität mit Orthoklas durch Untersuchung von basischen Spaltungsstückchen geprüft.

Der zweite Zwilling, 0,7 cm gross, ist besonders dadurch merkwürdig, dass derselbe eine Combination des Karlsbader mit dem Manebacher Gesetz vorstellt, welche sonst an keinem Feldspathe der Insel beobachtet wurde. Er ist Figur 2, Taf. IV abgebildet worden. Das Individuum I ist vorherrschend vor dem mit ihm nach dem ersten Gesetze verbundenen Individuum II, und zeigt Parallelverwachsung nach $P(001)$. Auch das Individuum II hat eine solche, aber nach $M(010)$ aufzuweisen, und dieser Theil des Krystalls bildet mit dem Individuum III einen Manebacher Zwilling, dessen Ende von der denkbar einfachsten Form, nämlich nur von den beiden Flächen $(\bar{2}01)$ begrenzt ist.

Alle zur Messung verwendeten Krystalle sind ebenfalls zuvor optisch untersucht worden. Es gelangten hierauf die folgenden Winkel zur Bestimmung, wobei für $P(001)$ meistens, und häufig auch für $M(010)$, Spaltungsflächen dienten.

Flächen:	Beob.:	Zahl der gem. Kanten:	Grenzwerthe:	Berechnet:
$(110)(010) =$	*60° 10′	9	60° 3′—60° 37′	—
$(110)(1\bar{1}0)$	59 44	4	59 37—59 47	59° 40′
$(010)(012)$	*45 37	7	45 8—45 49	—
$(012)(001)$	44 21	5	44 8—44 28	44 23
$(010)(001)$	90 0	16	89 50—90 8	90 0
$(110)(001)$	*67 21	11	66 59—67 35	—
$(\bar{2}01)(001)$	81 29	11	81 14—81 51	81 1
$(110)(012)$	51 24	7	51 11—51 40	51 27
$(012)(\bar{2}01)$	83 31	3	83 11—84 4	83 36
$(\bar{2}01)(110)$	44 45	8	44 22—45 4	44 57
$(\bar{1}11)(\bar{2}01)$	39 3	1	—	39 12
$(\bar{1}11)(010)$	63 14	1	—	63 36

*) Dieser Fall ist selten und wurde nur noch an zwei Plagioklasen der Insel in geringerer Ausbildung beobachtet. Die Zwillinge nach diesem Gesetze zeigen sonst gewöhnlich nur die hinteren Hemidomenflächen $\bar{2}01$.

Aus den mit * bezeichneten Winkeln wurde das folgende Axenverhältniss abgeleitet:

$$a : b : c = 0,6399 : 1 : 0,5460$$
$$\beta = 116^\circ 21'.$$

Eine Prüfung von 12 Krystallen im parallel polarisirten Lichte erwies in Spaltungsstücken nach *P*(001) vollkommene Homogenität sowie Orientirung der Auslöschungsrichtung nach der Trace *P*(001) : *M*(010). Als Mittel von 96 Einstellungen zu der letzteren ergab sich der Werth 0° 6'. In einer Platte, welche 89° 22' gegen *M*(010) und 88° 56' gegen *P*(001), d. h. ungefähr senkrecht zur ersten Mittellinie geschliffen war, wurde ebenfalls eine zu den beiden Tracen der Spaltung parallel orientirte Lage der Hauptschwingungsrichtung beobachtet, bezw. im Mittel der Werth von 0° 15' erhalten. An derselben Platte konnte ferner constatirt werden, dass die spitze Mittellinie in der Symmetrieebene des Krystalls liegt. Die Berechnung nach Anwendung der Spiegelungsmethode im Axenwinkelapparat ergab 0° 2' Abweichung von der genannten Ebene. An Spaltungsplättchen nach *M*(010) von acht Krystallen wurde die Auslöschungsschiefe gegen die Spaltungstrace von *P*(001) im Mittel zu 9° 12' festgestellt (Grenzwerth 8° 12'—10° 54'). Die Richtung derselben ist wie bei allen Orthoklasen im Sinne des Klinodomas *y*($\bar{2}$01) gegen die genannte Trace geneigt und fällt mit der Lage der spitzen Mittellinie zusammen. An einem Krystall, welchem die oben erwähnte annähernd senkrecht gegen diese Bisectrix geschliffene Platte entnommen war, wurden noch folgende Bestimmungen gemacht: Mittels Einstellung der letzteren im Axenwinkelapparat, unter Anwendung der Spiegelmethode, ergab sich die Lage der genannten Mittellinie gegen *P*(001) zu 9° 10'. Die Untersuchung einer Spaltungsplatte nach *M*(010) bei *Na*-Licht im Mikroskope lieferte für dieselbe Richtung 9° 30'. Einer stauroskopischen Bestimmung der Dispersion der ersten Bisectrix zufolge beträgt dieselbe

für Roth (*Li*) = 9° 42'
für Gelb (*Na*) = 9 48
für Grün (*Tl*) = 9 57.

Das Axenbild zeigt sich nicht ganz so lebhaft gefärbt, als das der folgenden Plagioklase, aber völlig frei von Störungen. Der innere Augenring ist blau umrandet, inwendig rechts vom Hyperbelaste braun, links von demselben blau (am Aste) und roth (entgegengesetzt vom Aste) gefärbt. Der Stauroskopmessung entsprechend beobachtet man eine sehr schwache Horizontaldispersion, welche beinahe nur an der merklich verschiedenen Intensität der beiden Hyperbelhälften zu erkennen ist. Wenn man das Axenbild auf eine sphärische Projection des Feldspaths zur Basis bezieht, alsdann hat man sich die Mitte des intensiveren Hyperbeltheils stets der Position seiner hinteren Querfläche ($\bar{1}$00), die Mitte der entgegengesetzten, schwächer

gefärbten Hälfte hingegen der Position der Fläche $P(001)$ in der Sphäre näher liegend zu denken. Die Doppelbrechung ist ziemlich schwach und hat negativen Charakter. $\varrho > v$.

Mit Hülfe der zuletzt erwähnten Spaltungsplatte nach $M(010)$ und der oben angeführten künstlichen Platte wurden die folgenden Werthe zur Berechnung des optischen Axenwinkels erhalten:

	$2E$	$2H_a$	$2H_o$
für rothes Licht (Li)	= 69° 26′	41° 39′	136° 42′
für gelbes Licht (Na)	= 68 27	40 52	138 3
für grünes Licht (Tl)	= 67 18	40 12	139 51

Daraus berechnet sich der wahre Axenwinkel für

Li zu 41° 52′
Na zu 41 0
Tl zu 40 12

und der mittlere Brechungsexponent β für

Li zu 1,5940
Na zu 1,6063
Tl zu 1,6123.

Eine sehr approximative Bestimmung des kleinsten Brechungsexponenten γ an einer Platte nach 001 im Totalreflectometer ergab für Na-Licht: 1,542.

2. Natronorthoklas von Cala Porticello.

Das Muttergestein desselben besteht vorwiegend aus glänzenden Feldspathkrystallen, welche zum grösseren Theil Orthoklas, zum kleineren Plagioklas sind. Diese Einsprenglinge liegen in einer porösen Grundmasse von Feldspath und Augit eingebettet. In den Poren der letzteren befinden sich neben Augitnadeln auch wohl ausgebildete Tridymitkryställchen in Form der typischen hexagonal begrenzten Täfelchen von circa 1 mm Grösse. Dieser Liparit hat folgende Zusammensetzung:

SiO_2	67,18
Al_2O_3	14,18
F_2O_3	4,00
FeO	2,48
CaO	2,78
MnO	0,34
K_2O	4,01
Na_2O	5,89
	100,86

Spec. Gewicht = 2,40.

Das Gestein, welches zweifellos identisch mit dem weissen Liparit vom Bagno ist, unterteuft die jüngeren Cossyritlaven in der ganzen Breite des Landgürtels von Khartibugal, welcher den Sodasee vom Meere trennt, und tritt am nördlichen Uferrande des letzteren wieder zu Tage. Die Krystalle von Cala Porticello finden sich nur im Zusammenhang mit dem Muttergestein, welches in zahlreichen Blöcken und in der Steilwand über dem Meere, die von der genannten Seebucht nach der Cala della Pta. Pozzolana hinüberführt, zugänglich ist. Die Oberfläche des Gesteins ist soweit in Verwitterung übergegangen, dass es nicht schwer hält, Individuen aus der mürben schmutzigbraunen Grundmasse zu befreien, um so mehr, als dieselben gewöhnlich so dicht neben einander liegen, dass sie ein Conglomerat zu bilden scheinen. Ihre mineralogische Verwandtschaft mit dem Orthoklas vom Bagno erhellt aus der folgenden Analyse von optisch geprüftem Material:

SiO_2	66,03	O	35,21	11,67
Fe_2O_3	1,53		—	
Al_2O_3	19,37		9,04	3
CaO	0,73		0,20	
MgO	0,02		0,01	
K_2O	5,40		0,92	1,02
Na_2O	7,57		1,95	
	100,65			

Spec. Gewicht = 2,569—2,594.

Da die Untersuchung der zur Analyse verwendeten Krystalle gelehrt hat, dass dieselben beinahe frei von fremden krystallinischen Einschlüssen waren, wohl aber ziemlich reichlich Eisenoxydhydrat auf den Spaltungsrissen enthielten, so ist man berechtigt, bei der Aufstellung des Sauerstoffverhältnisses den Quotienten für die letztere Verbindung gänzlich aus der Rechnung auszuscheiden. Wenn man ferner auch noch den Antheil aus der Verbindung $Ca(Mg)Al_2Si_2O_8$ entfernt, so bleibt für den Rest von reinem Natronorthoklas das Verhältniss $Na_2O(K_2O):Al_2O_3:SiO_2 = 1:2,93:11,98$, was dem eines Orthoklases vollkommen entspricht.

Ausser dem erwähnten Eisenoxydhydrat erweisen sich die Krystalle arm an Interpositionen. Die letzteren bestehen aus vereinzelten grünen Glasfetzen, sowie aus jenen bei dem vorigen Orthoklas beschriebenen gekörnelten Einschlüssen von der Form des Wirths. Mit dem letzteren Vorkommen hat dieser Feldspath auch jene wasserhellen, stabförmigen und ungegliederten Mikrolithe als Interpositionen gemeinsam, und ferner fanden sich bei dem vorliegenden noch reichlich kleine, scharf quadratisch begrenzte Magnetitkryställchen.

Im Uebrigen verhält sich dieser Orthoklas, sowohl in der Grösse, als

auch was krystallographische Ausbildung anbelangt, dem Vorigen gleich. Es kamen nur nicht die Fläche $o(\bar{1}11)$ und keine Zwillinge nach $P(001)$ bei ihm zur Beobachtung.

Eine Anzahl optisch geprüfter Individuen lieferte die folgenden Winkelwerthe:

Flächen:	Beob.:	Zahl der gem. Kanten:	Grenzwerthe:	Berechnet:
(110)(010) =	*60° 19′	10	60° 1′—60° 34′	—
(110)(1$\bar{1}$0)	59 38	4	59 21 —59 44	59° 22′
(010)(012)	*45 29	13	45 4 —45 59	—
(012)(001)	44 33	12	44 3 —44 54	44 31
(010)(001)	90 3	9	89 48—90 14	90 0
(110)(001)	*67 23	10	67 6—67 45	—
($\bar{2}$01)(001)	81 49	1	—	81 21′
(110)(012)	51 27	3	51 24 —51 35	51 34
(012)($\bar{2}$01)	83 58	2	83 52—84 5	83 50
($\bar{2}$01)(110)	44 28	5	44 6—44 37	44 35

Aus den mit * versehenen Fundamentalwinkeln berechnet man folgendes Axenverhältniss:

$$a : b : c = 0,6356 : 1 : 0,5485$$
$$\beta = 116^\circ\, 17'.$$

Die optische Untersuchung bestätigte das monosymmetrische System auch dieses Feldspaths vollkommen. Es wurden von 12 Krystallen Spaltungsblätter nach $P(001)$ geprüft und, neben der vollkommenen Homogenität, die Orientirung der Hauptschwingungsrichtung zur Trace (001) : (010) an ihnen festgestellt, bezw. der Werth von 0° 2′ gegen diese Richtung aus 332 Ablesungen erhalten. In einer künstlichen Platte, welche 84° 18′ gegen $M(010)$ und 79° 38′ gegen $P(001)$ geneigt ist, wurde dasselbe Verhältniss der Auslöschungsrichtung zu den beiden Tracen der Spaltung constatirt. 20 Beobachtungen ergaben im Mittel eine Schiefe von 0° 8′ gegen die Trace von $M(010)$. Die spitze Mittellinie liegt, wie ebenfalls an dieser Platte durch eine Prüfung im Axenwinkelapparat bestätigt wurde, in der Symmetrieebene. Ihre Abweichung von der Trace (010):(001) beträgt 9° 30′, was an natürlichen Spaltungsflächen von acht Krystallen festgestellt wurde.

Das Bild der optischen Axen, welches etwas lebhafter gefärbt, als das des vorigen Feldspaths erscheint, verhält sich im Uebrigen ebenso. Der Sinn der Doppelbrechung ist auch hier negativ und $\varrho > v$.

Der Krystall, von welchem die erwähnte, annähernd senkrecht zur ersten Bisectrix geschliffene Platte stammt, diente zur Bestimmung des optischen Axenwinkels. Nachdem zuvor auch die Orientirung seiner Aus-

löschungsrichtung auf $P(001)$, sowie eine Schiefe von 11° 6′ für dieselbe auf $M(010)$ festgestellt war, erhielt man aus den zwei erforderlichen Platten folgende Werthe:

	$2E$	$2H_a$	$2H_o$
für rothes Licht (Li)	= 71° 31′	46° 3′	140° 48′
für gelbes Licht (Na)	= 70 24	45 30	142 26
für grünes Licht (Tl)	= 69 15	44 52	144 15

Daraus folgt der wahre Werth des Axenwinkels für

Li zu 45° 6′
Na zu 44 26
Tl zu 43 42

und der mittlere Brechungsexponent β für:

Li zu 1,5235
Na zu 1,5245
Tl zu 1,5264.

Die hier beschriebenen Vorkommen repräsentiren mithin einen Feldspath, für welchen man, wenigstens bei dem gegenwärtigen Stande der Beobachtungsmittel, den monosymmetrischen Charakter als erwiesen gelten lassen muss, welcher sich hingegen in seiner chemischen Zusammensetzung dem Albit weit mehr nähert, als dem Kaliorthoklas. Beide Vertreter enthalten nämlich auf

2,1 Molekül der Verbindung $NaAlSi_3O_8$
1 Molekül der Verbindung $KAlSi_3O_8$

und liefern mithin den Beweis für die Dimorphie dieser zwei Feldspathmischungen, auf deren Existenz früher schon von Groth hingewiesen worden ist.

Es ist nöthig, dabei von Neuem die grosse Winkelähnlichkeit dieses Feldspaths mit dem Albit, und in geringerem Maasse auch mit dem Mikroklin, in Betracht zu ziehen, welche sich soweit manifestirt, als es das Krystallsystem überhaupt nur gestattet. In der Verticalzone ist es der Prismenwinkel $(110):(1\bar{1}0)$, welcher mit dem des Albits beinahe identisch ist; hingegen ist es in der Klinodiagonalzone der Winkel $P(001):M(010)$, welcher dem Systeme gemäss dem das Mikroklin sehr nahe steht. Die eigenthümliche Doppelbeziehung des vorliegenden Orthoklases zu den zwei triklinen Vertretern der beiden isomorphen Alkalisilicate wird aber weiter unten, nach Besprechung der asymmetrischen Abtheilung dieser Feldspäthe, noch eine weitere Bestätigung finden.

Es dürfte hier von Interesse sein, einen krystallochemischen Vergleich des soeben beschriebenen natronreichen Orthoklases mit anderen bekannten monosymmetrischen Feldspäthen von verschiedenem Natrongehalt an-

zustellen, um den Einfluss, welchen der letztere auf die physikalischen Eigenschaften der isomorphen Mischungen ausübt, zu verfolgen. Wiewohl nun in der Literatur vielfach Analysen von natronreichen Feldspäthen auf Orthoklas zurückgeführt werden, so ist doch in den meisten Fällen das System derselben nicht mit Sicherheit, namentlich nicht durch eingehendere optische Prüfung zur Kenntniss gebracht worden. Dies gilt unter anderem von den folgenden Feldspäthen, unter welchen der

von Epomeo (Ischia)*)	1 Mol. K_2O : 0,76 Na_2O
von der kleinen Rosenau (Siebengebirge)**)	1 Mol. K_2O : 1,41 Na_2O
von Mont Dore (Auvergne)***)	1 Mol. K_2O : 1,47 Na_2O

enthält. Erst in neuester Zeit hat C. Brögger einen Feldspath als Natronorthoklas erkannt und beschrieben†), welcher schon früher wiederholt Gegenstand besonderer chemischer Untersuchung gewesen ist. Es ist dies der bekannte Feldspath aus dem Augit-Syenit (Zirkon-Syenit Hausmann's) der Gegend von Laurvik. Derselbe zeigt an verschiedenen Fundstellen eine etwas schwankende Zusammensetzung. Der höchste Natrongehalt wurde nach einer neueren Analyse von Kjerulf (l. c. S. 261) in dem Vorkommen von Byskoven bei Laurvik nachgewiesen. Das letztere Vorkommen enthält auf 1 Mol. K_2O 2,2 Mol. Na_2O, also ebenso viel wie die hier beschriebenen Mischungen, denen es auch durch seinen Kalkgehalt ähnlich ist. Ferner stimmt dieser Feldspath in seiner Auslöschungsschiefe, welche auf *M* 10° bis 11° beträgt, beinahe völlig mit den letzteren überein. Der Neigungswinkel zwischen *P*(001) und *M*(010) wurde zu 90° bestimmt; andere Winkel konnten nicht genau ermittelt werden. Die merkwürdigen Doppelbeziehungen, welche zwischen den Mischungen der Feldspäthe Pantellerias überhaupt und den von Brögger beschriebenen bestehen, sollen weiter unten besprochen werden.

Die Zahl der zu einem vollständigen krystallo-chemischen Vergleich geeigneten Orthoklase ist indessen immer noch eine geringe, und etwa auf die folgenden beschränkt:

1) Kaliorthoklas von Pfitsch, welchen Tschermak††) untersucht hat, und von welchem Vorkommen ich einen Krystall aus der hiesigen Sammlung optisch prüfte.

2) Sanidin vom Vesuv (Monte Somma). Krystalle von jenem

---

*) Anal. Abich, Pogg. Ann. 50.

**) Anal. Bischof, chem. und phys. Geol. 1864, 2, 433.

***) Anal. Rammelsberg, Mineralchemie 1875, S. 550.

†) W. C. Brögger, »Die silurischen Etagen 2 und 3 im Kristianiagebiet«. Kristiania. A. W. Brögger 1882, S. 258—262.

††) Sitzungsber. der Wiener Akad. 1864, 50, I. Abtheil. S. 577.

Fundorte hat Tschermak*) analysirt und G. vom Rath**) gemessen. Eine Untersuchung, die ich mit einem Sanidinkrystall von Mte. Somma — aus der hiesigen Sammlung erhalten — anstellte, ergab Resultate, welche eine Identität desselben mit dem von den genannten Forschern untersuchten Material recht wahrscheinlich sein lassen. Der relativ kleine Prismenwinkel von 60⁰ 65′ fällt in die Grenzen der für denselben Winkel von G. vom Rath festgestellten Werthe, und die kleine Auslöschungsschiefe von 4⁰ 54′ entspricht einem normalen Kaliorthoklase. Es sollen daher unter obigem Hinweis auf die zwar wahrscheinliche, jedoch nicht sicher erwiesene Zusammengehörigkeit der besprochenen Untersuchungsmateriale, die Resultate der Messung und Analyse, so weit sie hier in Betracht kommen, dem optisch erhaltenen gegenüber gestellt werden.

3) Der von G. vom Rath beschriebene Sanidin von Laach***).

4) Der soeben aufgeführte Orthoklas von Cala Porticello.

5) Der zuerst beschriebene von Bagno dell' acqua.

Nummer	Spec. Gewicht	Molekularverhältniss	Axenverhältniss	Neigungswinkel β	Krystallwinkel $T:T$	Krystallwinkel $P:y$	Krystallwinkel $P:x$	Abweichung der Schwingungsrichtung auf M von PM	Axenwinkel $2H_0$
1	2,57	$1 K_2O : 0,18\ Na_2O$	0,6585 : 1 : 0,5521	65⁰ 57′	60⁰ 50′	81⁰ 2′	44⁰ 12′	4⁰ 42′	120⁰ 40′
2	2,56	$1 K_2O : 0,48\ Na_2O$	0,6588 : 1 : 0,5526	64 7	60 22	80 26	44 52	4 54	174 47
3	2,57	$1 K_2O : 1,5\ Na_2O$	0,6492 : 1 : 0,5517	63 54	60 28	80 38	44 43	6 30	151 49
4	2,58	$1 K_2O : 2,12\ Na_2O$	0,6356 : 1 : 0,5485	63 43	59 22	81 21	44 31	9 55	142 26
5	2,58	$1 K_2O : 2,14\ Na_2O$	0,6399 : 1 : 0,5460	63 39	59 40	81 1	44 23	9 48	138 3
Albit (n. Des Cloiz.)			0,6333 : 1 : 0,5575	63 32	59 48	82 6	{43 40 46 46}	20	88 5
Albit (n. Baerwald)			0,5986 : 1 : 0,5480	63 2	56 19	79 16		18 21	

Die vorstehende Uebersicht zeigt, dass mit steigendem Natrongehalte das Axenverhältniss des Orthoklases sich demjenigen des Albits annähert, und dass ferner gleichzeitig auch die optischen Eigenschaften, soweit es das System zulässt, eine Aenderung in demselben Sinne erfahren. Dies wird am Deutlichsten durch Platten nach M(010) aus der Grösse des Winkels, unter welchem die erste Bisectrix die Trace (001):(010) schneidet, ersichtlich. Derselbe nimmt mit steigendem Natrongehalt zu, und das Umgekehrte gilt, wenigstens bei den untersuchten Sanidinen, vom Winkel der optischen Axen in Platten derselben Richtung, welcher unter solchen Verhältnissen kleiner wird.

*) loc cit. S. 580.

) G. vom Rath, »Ueber die Winkel der Feldspäthe«. Pogg. Ann. **135, 458.

***) Vergl. diese Zeitschr. **1**, 559.

II. Asymmetrische Feldspäthe (Mikroklin-Albitreihe).

Die asymmetrischen Feldspäthe Pantellarias gehören den auf die Liparite folgenden Gesteinsgruppen an, in denen bis jetzt überhaupt kein Orthoklas nachgewiesen werden konnte. Die Constatirung ihres Systems ist indessen, wenn wir vom Feldspath der Basalte, welcher überall deutliche Zwillingsstreifung zeigt, absehen, nur das Resultat einer eingehenden Untersuchung an losgelösten Krystallen gewesen. Die Gesteinsschliffe, an welchen man sonst mit vollem Rechte den Plagioklas auf Grund seiner polysynthetischen Zusammensetzung zu bestimmen pflegt, konnten in diesem Falle keine sichere Auskunft geben. Namentlich in den Gesteinen der Periode III (Pantellerite), welche sehr reich an wasserhellen Feldspathkrystallen sind, entzog sich die Zwillingsstreifung der letzteren beinahe ganz der Erkennung. Der Grund zu diesem eigenthümlichen Verhalten muss wohl in der äusserst feinen Lamellirung dieser Krystalle gesucht werden, welche erst in solchen Schnitten, die sehr annähernd in die Zone der Queraxe fallen, und auch dann nur unter recht günstigen Beobachtungsverhältnissen wahrnehmbar ist. Dieser Umstand stellt natürlich einer rein krystallographischen Untersuchung an losgelösten Individuen ebenfalls erhebliche Schwierigkeiten in den Weg.

Beinahe sämmtliche Plagioklase Pantellerias zeichnen sich, abgesehen von einer hin und wieder auftretenden leichten Abrundung der Kanten, durch gute Erhaltung und durch anscheinend deutliche Ausbildung ihrer Formen aus. Ihre Grösse schwankt mit der Verschiedenheit der Muttergesteine, bezw. auch mit der Basicität der Feldspäthe, und beträgt im Mittel bei den älteren kalkhaltigeren 1,5 cm, bei den jüngeren saueren hingegen nur etwa 0,6 cm. Alle zeigen im Aeusseren den Habitus monosymmetrischer Feldspäthe von den gewöhnlichen Formen: $M(010)$, $P(001)$, $T(110)$, $y(\bar{2}01)$, $n(021)$ und $o(\bar{1}11)$. Auch die Messungen solcher Krystalle, deren Flächen gewöhnlich genügenden Glasglanz besitzen, sprechen für das monosymmetrische System, besonders wenn zu diesem Zwecke ursprüngliche Flächen benutzt werden, indem sich der Winkel 001 : 010 oft sehr genau gleich 90° erweist. Aus solchen Messungen leitet sich nun ein Axenverhältniss ab, welches dem eines Natronorthoklases sehr ähnlich ist. Dies lautet z. B. für den Plagioklas von Cuddia Mida (in dieser Zeitschr. **1**, 547 noch als Orthoklas aufgeführt):

$$a : b : c = 0,6358 : 1 : 0,5468$$
$$\beta = 116^0\ 22'.$$

Auch die Analyse dieser Feldspäthe widerspricht in den meisten Fällen (Plagioklase der Pantellerite [Dacit-ähnliche] Gesteine, z. B. von Cuddia Mida) einem solchen durchaus nicht. Trotzdem lehrt, wie später gezeigt

werden soll, die optische Untersuchung, dass nur asymmetrische Feldspäthe vorliegen.

Die Ausbildung der Krystalle ist nach dem geologischen Alter, bezw. ihrem Kalkgehalt, eine etwas verschiedene. Im Allgemeinen entfernen sich die älteren Vorkommen am meisten vom Habitus gewöhnlicher Feldspäthe, was besonders durch eine auffallende Verlängerung der Form nach der Verticalaxe hervorgerufen wird, eine Ausbildung, welche man bei den jüngeren Plagioklasen vermisst. Auf andere charakteristische Unterschiede zwischen den Altersgruppen, welche namentlich durch die verschiedene Entwicklung einzelner Flächen bedingt sind, soll weiter unten hingewiesen werden.

Solche scheinbar monosymmetrische Feldspathkrystalle treten selten als einzelne Individuen, sondern gewöhnlich in Zwillingen auf, und zwar beobachtet man die sämmtlichen drei beim Orthoklas bekannten Zwillingsgesetze. Das gewöhnlichste ist das Karlsbader, welches bei allen Plagioklasen der Insel gleich häufig und wenigstens an 95 % aller Krystalle gefunden wird. Ferner wird das Bavenoer Gesetz bei den Feldspäthen des alten Andesits recht häufig beobachtet, während es bei den jüngeren Plagioklasen nur in den seltensten Fällen und hier in ganz anderer Ausbildungsweise angetroffen wird. Umgekehrt verhält es sich hinsichtlich seiner Verbreitung mit dem dritten der bei diesen Krystallen nachgewiesenen Gesetze, nämlich dem Manebacher. Dasselbe ist, wenn auch in etwas geringerer Häufigkeit, den Feldspäthen der jüngeren Dacit-ähnlichen Gesteine eigen; hingegen findet es sich nur als grosse Seltenheit bei den älteren Plagioklasen. Von den eigenthümlichen Formen dieser Zwillinge, welche ebenfalls nach dem Muttergesteine und der Zusammensetzung dieser Plagioklase wesentlich variiren, soll im Eingang zu den einzelnen Altersgruppen derselben weiter die Rede sein.

Alle diese scheinbar monosymmetrischen Krystalle erwiesen sich aber bei der mikroskopischen Untersuchung als zusammengesetzt aus feinen asymmetrischen Lamellen, deren Breite regellos schwankend ist, und im Allgemeinen zwischen 0,1 mm und 0,0003 mm variirt. Die Untersuchung an ein paar hundert Platten nach 001 und 010, sowie solcher in anderer Richtung aus der Zone 001 : $\bar{2}01$ zeigte, dass diese lamellare Zusammensetzung weitaus vorherrschend nach dem Albitgesetze stattfand. Die mikroskopischen Lamellen sind demgemäss in den Scheinkrystallen zum grössten Theil der Fläche *M*(010) parallel angeordnet, und daher in Spaltungsblättchen nach 001 am leichtesten erkennbar. Der Vergleich vieler solcher basischer Platten lässt eine ausserordentliche Mannigfaltigkeit in der Anordnung nach diesem Gesetze wahrnehmen, welche durch die verschiedene Breite und durch die Art der Endigung der Lamellen hervorgerufen wird. Demgemäss beobachtet man die *P*-Fläche entweder gleichmässig grob oder fein gestreift, oder es wechseln hingegen Partien feinster Lamellirung mit solchen von

breiten Leisten ab. Dieselben durchziehen entweder regelmässig die ganze Platte, oder sie setzen gegen eine Gruppe von anderem Habitus plötzlich ab, welche mit der ersten unmittelbar oder durch keilförmiges Ineinandergreifen der einzelnen Lamellen verbunden ist. Man beobachtet daher Streifen und quadratische Felder in der Platte, welche nur durch wechselnde Breite und Länge der Lamellengruppen hervorgerufen werden. Einzelne Fälle der Art werden weiter unten mit Bezug auf die optischen Verhältnisse ihre Besprechung finden. Hier sei nur noch erwähnt, dass auch in verticaler Richtung die Lamellencomplexe im Scheinkrystall sich nicht gleichmässig verhalten, wie die successive Anspaltung einzelner Individuen und die optische Untersuchung derselben in verschiedenen Schichten gelehrt hat. Bündel breiter Lamellen keilen in der Richtung der Axe c nach oben oder unten zu aus, und eine Gesetzmässigkeit ist in diesem Verhalten nicht erkennbar.

Ein zweites System feiner Lamellen wird recht häufig in solchen Schnitten wahrgenommen, welche diese Krystalle geneigt gegen die Fläche 001, und gleichzeitig annähernd in der makrodiagonalen Zone gelegen, treffen. Besonders deutlich wahrnehmbar sind diese Lamellen in Platten, welche ungefähr senkrecht zu 001 in dieser Zone geführt sind, also beinahe parallel zu dem hinteren Hemidoma $\bar{2}01$ verlaufen. Sie zeigen sich ferner am stärksten in den kalkreichen Mischungen, und fehlen in der Regel ganz in den an jenem Bestandtheil ärmeren Gliedern dieser Feldspäthe. Das genannte Lamellensystem tritt mit dem ersteren zu einer Gitterbildung zusammen und durchkreuzt dasselbe unter einem Winkel von circa 90°. Es erscheint in den Schliffen parallel zur Trace der Spaltung *P*(001) gelegen, wie man an Platten der oben genannten Richtung feststellen kann. Es wechseln ferner gitterförmige Partien im Krystall mit leistenförmigen oder quadratischen Feldern ab, welche nur nach dem ersten Gesetz eine gröbere oder feinere Streifung zeigen. Ueber das Zwillingsgesetz der vorliegenden Lamellen geben Schnitte nach 010 derselben Krystalle weitere Auskunft, wiewohl sie in dieser Richtung weniger deutlich hervorzutreten pflegen. Die nach diesem System verbundenen Leisten durchschneiden nämlich in solchen Platten die Trace nach 001 unter Winkeln von 2°—6° und sind gegen dieselbe stets im Sinne der Kante eines vorderen Hemidomas geneigt. Aus diesem Verhalten geht schon mit grosser Wahrscheinlichkeit hervor, dass es sich hier um Lamellen nach dem Periklingesetze handelt. Der Beweis für die Existenz derselben konnte aber in einigen Fällen, abgesehen von der directen Messung der einspringenden Winkel auf *M*, auch nach dem Vorgange von G. vom Rath*), durch die Berechnung der Lage des rhombischen Schnittes aus dem Axenverhältniss solcher Krystalle geliefert wer-

*) G. vom Rath, Die Zwillingsverwachsung der triklinen Feldspäthe etc. Monatsber. der k. Akad. der Wiss. Berlin, Febr. 1876.

den, indem nachgewiesen wurde, dass derselbe wenigstens sehr annähernd mit der Trace jener Lamellen zusammenfällt. Es wurde bei der Untersuchung der letzteren an Spaltungsstücken nach *M* noch die Beobachtung gemacht, dass die kalkreichen Plagioklase, hier solche mit grösserem Krystallwinkel α, bei denen das Gesetz überhaupt am besten wahrnehmbar ist, eine viel deutlichere treppenförmige Absonderung auf der genannten Fläche zeigen, als die kalkärmeren mit kleinem Winkel α, und dass die mehr oder minder deutliche Spaltung und die Glattheit der genannten Spaltungsfläche ebenfalls zu diesen Verhältnissen in Beziehung zu stehen scheint. In der That spalten die Krystalle aus dem alten Andesit, welche auf *M* oft deutlich einspringende Winkel der Lamellen zeigen, von allen am unvollkommensten nach dieser Fläche.

In den kalkreichsten dieser Feldspäthe, resp. an den Einsprenglingen des alten Andesits (z. B. von M. Gibele), welche überhaupt die grösste Mannigfaltigkeit in der Mikrostructur aufweisen, wurde als Seltenheit endlich noch ein drittes Lamellensystem gefunden. Dasselbe durchkreuzt in Platten nach *M*(010) die Spaltungstrace 001 unter einem Winkel, für welchen $79\frac{1}{2}^{\circ}$ gemessen wurde, und coincidirt demnach sehr annähernd mit einer Kante der Flächen $\bar{2}01$: 001. Die Vermuthung, dass eine wirkliche Parallelität dieser Lamellen zu dem genannten Hemidoma stattfinde, wurde durch die Untersuchung einer Platte nach 001 von demselben Krystall bestätigt. Es konnte nämlich an der letzteren ziemlich schwach, aber mit Sicherheit ein Gittersystem wahrgenommen werden, welches das System nach dem Albitgesetz, bezw. die Trace der Spaltung von 010 unter 89° durchkreuzt, d. h. in einer Richtung, welche der Kante 001 : $\bar{2}01$ beinahe genau entspricht. Eine einfache Verwachsung nach derselben Richtung wurde auch von Schuster*) am Anorthit beobachtet und auf das Periklingesetz zurückgeführt. Das vorliegende Lamellensystem lässt sich hingegen nicht anders deuten, als durch eine Zwillingsbildung nach dem Gesetze: Zwillingsebene eine Fläche von $y(\bar{2}01)$ oder eine beinahe mit ihr parallele Ebene.

Da es somit erwiesen ist, dass diese makroskopischen Scheinkrystalle aus Complexen von feinen Zwillingslamellen bestehen, welche den asymmetrischen Charakter des Feldspaths beweisen, hat man denjenigen Flächen, auf deren Messung z. B. das (S. 139 unten) angegebene monosymmetrische Axenverhältniss gegründet war, als Scheinflächen zu betrachten.

Was zunächst die Basis unverletzter Individuen betrifft, so erweist sich dieselbe sogar unter der Lupe, abgesehen von kleinen Aetzvertiefungen, vollkommen eben; sie lässt jedoch mitunter schon eine feine Streifung durch-

---

*) M. Schuster, Ueber die optische Orientirung der Plagioklase. Min. und petr. Mittheil. III, 2, 3, S. 233.

blicken. In angespaltenen Krystallen manifestirt sich die letztere hingegen in einer entsprechenden Kannellirung, welche aber immerhin mitunter so fein auftritt, dass sie sich, wie z. B. bei vielen Exemplaren von Cuddia Mida, der Wahrnehmung beinahe ganz entzieht. In solchen Fällen kann man jedoch auch erkennen, dass der Glanz der Spaltungsfläche etwas weniger vollkommen ist, als es bei den Sanidinen der Fall zu sein pflegt. Der von den *P*-Flächen gegebene Reflex des Websky'schen Spaltes, im Fernrohr des Goniometers beobachtet, zeigt gewöhnlich eine ganze Reihe von Bildern von verschiedener Lichtstärke, deren Deutung hier von Wichtigkeit ist. In den meisten Fällen pflegt das mittlere derselben sich durch vorherrschende Intensität und deutliche Conturen vor den Anderen hervorzuthun. Vielleicht die Hälfte der *P*-Flächen giebt überhaupt nur ein solches Bild mit schwachen Lichtabstufungen zu beiden Seiten, dessen Position mit denjenigen der Reflexe von den anliegenden *M*-Flächen 90° beträgt, und welches wir daher das Orthoklasbild nennen wollen. Ausser diesen Reflexerscheinungen zeigt sich nun bei der Mehrzahl der Krystalle zu beiden Seiten vom Mittelbilde, seltener auch einseitig eine Anzahl mehr oder weniger deutlich ausgebildeter gefärbter Seitenbilder von einer nach den Enden zu abnehmenden Intensität. Die Länge dieser doppelten Bilderreihe, welche theilweise von der besonderen Natur dieser Plagioklase abhängig ist, schwankt in den verschiedenen Gruppen sowohl, als auch unter den Individuen. Das Maximum wurde bei einem Feldspath aus Andesitlava der Gegend Zichidì (Fundort Casa Modica) zu 12° 28′ bestimmt; dabei erweist sich die Länge der Bilderreihe auf beiden Seiten bei genauerer Prüfung nicht etwa gleich, sondern um so verschiedener, je grösser der Incidenzwinkel angenommen wurde. Nur bei senkrechter Incidenz beobachtet man völlige Symmetrie derselben auf beiden Seiten vom Mittelbilde. Ausser den erwähnten Lichtcumulationen kann man nun in sehr vielen Fällen auch noch ein stark hervortretendes ungefärbtes Seitenbild (Plagioklasbild) unterscheiden, welches einseitig oder beiderseitig vom Mittelbild auftritt, und dessen Abstand von demselben unabhängig vom angewandten Incidenzwinkel stets dasselbe bleibt.

Alle diese Erscheinungen, hauptsächlich die Symmetrie der farbigen Nebenbilder bei senkrechter Incidenz, und die ungleichen Aenderungen ihrer Abstände zu beiden Seiten vom Mittelbilde bei wechselnder Incidenz erinnern so sehr an diejenigen, welche die Reflexion des Lichtes an einem sogenannten Gitter zeigt, dass der Versuch nahe lag, dieselben in gleicher Weise zu erklären. Denken wir uns eine Fläche aus abwechselnd entgegengesetzt geneigten Streifen bestehend, wie es die *P*-Fläche eines Plagioklases ist, und denken wir uns dieselben sehr breit im Verhältniss zur Wellenlänge des Lichtes, so werden alle rechts geneigten ein einheitliches Reflexbild von entsprechend unsymmetrischer Position geben, alle

links geneigten aber ein Bild von symmetrisch entgegengesetzter Position (Plagioklasbilder), und die letztere ist natürlich vom Incidenzwinkel gänzlich unabhängig. Erreichen hingegen die Lamellen eine gewisse Feinheit, so wirkt die ganze Fläche wie ein sogenanntes Gitter, d. h. wie eine aus feinen linearen Erhöhungen und Vertiefungen bestehende Oberfläche, wie man sie durch Einritzen sehr dicht gedrängter, paralleler feiner Linien in einer Ebene erhält. Das Verhalten eines solchen Gitters gegenüber einem auffallenden Lichtstrahl ist nun ganz unabhängig von der Gestalt des Querschnitts der Vertiefungen und hängt ausschliesslich von den Abständen zweier homologer Punkte benachbarter Vertiefungen und Erhöhungen, d. h. im Falle eines Plagioklases von der doppelten Lamellenbreite ab. Ist dieser Abstand, der im Folgenden, wie es in der Physik üblich ist, mit e bezeichnet werden soll, nicht sehr gross gegen die Wellenlänge des Lichtes, so giebt ein solches Gitter von einem leuchtenden Gegenstande zunächst ein ungefärbtes reflectirtes Bild in derjenigen Position, welche der Tangentialebene der gerieften Oberfläche als reflectirenden Ebene entspricht, und ausserdem eine Reihe von sogenannten Beugungsspectren zu beiden Seiten jenes Bildes. Diese Spectren werden dadurch hervorgebracht, dass die Maxima und Minima des gebeugten Lichtes zu beiden Seiten für verschiedene Farben verschiedenen Abstand haben.

Die Entfernung eines jeden Maximums vom Mittelbilde, d. h. der Winkel, welchen der gebeugte Strahl mit der Normalen zur Fläche bildet, hängt aber nicht allein von der Wellenlänge λ des Lichtes, sondern auch von dem Werthe e und dem Einfallswinkel χ ab, und zwar gilt für diese Abhängigkeit die folgende Gleichung:

$$\sin \psi = \sin \chi \pm \frac{m\lambda}{e},$$

welche, für m successive die Zahlen 1, 2, 3 u. s. w. eingesetzt, die Positionen des ersten, zweiten, dritten Lichtmaximums für die durch λ bestimmte Farbe liefert. Für $m = 0$ wird $\psi = \chi$, und es resultirt also ein nach dem Reflexionsgesetz zurückgeworfenes und in seiner Position von λ unabhängiges, d. h. ungefärbtes Bild. Eine einfache Ueberlegung zeigt ferner, dass bei schiefer Incidenz der auffallenden Strahlen die Abstände des ersten, zweiten, dritten u. s. w. Maximums für eine bestimmte Farbe zur rechten und linken Seite des ungefärbten Bildes ungleiche sind, und nur für senkrechte Incidenz, d. h. $\chi = 0$, eine symmetrische Gestalt der Beugungsspectren resultirt. Endlich geht noch aus der Formel hervor, dass die Abstände der aufeinander folgenden Maxima nach aussen immer kleiner werden. Alle diese Erscheinungen beobachtet man aber in dem von den P-Flächen dieser Feldspäthe reflectirten Bilde, nur mit denjenigen Unterschieden, welche sich dadurch nothwendig ergeben, dass diese Flächen

nicht wie ein künstlich hergestelltes Gitter nur aus gleichbreiten Streifen zusammengesetzt sind, sondern, wie ein Blick in das Mikroskop lehrt, durch Zwillingslamellen von sehr verschiedener Breite zusammengesetzt werden. Breite Lamellen müssen, nach dem Gesagten, Reflexe der eigentlichen sie zusammensetzenden Flächen von $P(001)$ mit den den Plagioklasen entsprechenden Positionen liefern, d. h. Plagioklasbilder, die um so lichtschwächer sein werden, je weniger breite Lamellen vorhanden sind. Mit dem Vorherrschen der feinen Lamellen muss sich hingegen die Erscheinung immer mehr der oben beschriebenen eines sehr feinen Gitters nähern, und schliesslich bei durchschnittlich grosser Feinheit der Lamellen nur ein Orthoklasbild resultiren, dessen Position sehr nahezu dem Winkel $P(001) : M(010) = 90^0$ entspricht, weil die Tangentialebene an die feinen Streifen sehr nahe die mittlere Lage, d. h. diejenige der Fläche $P(001)$ eines Orthoklases besitzen muss.

Wie unten gezeigt werden soll, ergab nun ein vergleichendes mikroskopisches und goniometrisches Studium der besprochenen Feldspäthe, dass das Mittelbild um so intensiver auftritt, je grösser die Feinheit der Lamellen und der Raumantheil ist, welchen die feinsten Lamellen auf der Basis beanspruchen, dass hingegen die sogenannten Plagioklasbilder um so deutlicher erscheinen, je mehr breite Lamellen in der Fläche P vorhanden sind. Diese Ungleichheit der Streifung erklärt es genügend, dass eine solche Spaltungsfläche kein einfaches Beugungsbild liefern kann, sondern wie ein multiples Gitter wirken muss, welches gleichsam aus mehreren ineinander geschobenen Gittern von verschiedener durchschnittlicher Feinheit der Streifen zusammengesetzt ist. Jedes System ungefähr gleichbreiter Streifen liefert eine Reihe Lichtmaxima zu beiden Seiten des Orthoklasbildes in bestimmten Abständen, jedes weitere eine zweite Reihe in anderen Abständen, und so muss ein Bild entstehen, dessen aufeinander folgende Farbenmaxima verschiedenen Systemen entsprechen, und von denen daher auch einzelne zusammenfallen können. Trotz der grossen Complication des reflectirten Bildes, welche sich aus der Mannigfaltigkeit in der Breite der Lamellen eines solchen Feldspathkrystalls ergiebt, war es doch möglich einzelne Spaltungsplatten zu finden, bei denen sich die deutlicher hervortretenden farbigen Lichtmaxima auf einige wenige Systeme zurückführen liessen, und in welchen daher ebenso wenige Werthe für die Lamellenbreite durch verhältnissmässig viele Lamellen von nahezu gleichen Dimensionen repräsentirt waren.

Der Gang der Untersuchung einer solchen aus einem Plagioklaskrystall von dem erwähnten Fundort von Zichidì herausgespaltenen Platte war der folgende: Es wurden in dem am lebhaftesten gefärbten Beugungsspectrum **links** von dem ungefärbten Mittelbilde die Positionen der Mitte von Roth,

Gelb und Grün bestimmt, und aus den dadurch sich ergebenden Werthen von ψ die zugehörigen e berechnet. Diese ergaben :

$$e = 0{,}093 \text{ (roth)}$$
$$0{,}091 \text{ (gelb)}$$
$$0{,}092 \text{ (grün)}$$

d. h. so vollständige Uebereinstimmung wie überhaupt zu erwarten war. Mit dem Mittel dieser drei Werthe wurden nun die Positionen der einzelnen Farben in dem Spectrum zur Rechten berechnet, und dabei Werthe gefunden, welche in der That sehr genau den entsprechenden Stellen des lebhaftesten Spectrums der **rechten** Seite entsprachen. Da somit diese beiden Spectren als zusammengehörig, d. h. durch ungefähr gleichbreite Streifen hervorgebracht, erkannt waren, so wurde aus beiden ein mittlerer Werth für e, nämlich 0,09287, und aus diesem die Positionen der nach rechts und links folgenden Spectren, so weit dieselben nach der Formel möglich sind, d. h. einen Sinus < 1 ergeben, berechnet. Den so gefundenen Positionen entsprechend, fanden sich in der That auch deutliche Spectren in dem beobachteten reflectirten Bilde. Es blieb nun aber eine Reihe anderer, grösstentheils etwas weniger lebhaft gefärbter Beugungsbilder übrig; so z. B. eins rechts und links vom Mittelbilde in noch kleineren Abständen als diejenigen, von welchen bei der Rechnung ausgegangen wurde. Diese beiden Bilder entsprechen wieder ein und demselben System, d. h. sie liessen sich auf das gleiche e, im Mittel $= 0{,}1840$ zurückführen, mit welchem Werthe auch die weiteren zu diesem zweiten Systeme gehörigen Spectren berechnet wurden. Da dieser Werth von e beinahe genau das Doppelte von dem e des ersten Systems ist, so fällt das zweite Maximum, rechts wie links, jedes Mal mit dem ersten jenes Systems zusammen; es konnte also nicht durch die Beobachtung von dem vorigen getrennt werden. Ebenso verhält sich das vierte mit dem zweiten jenes Systems u. s. w. Dagegen waren beiderseits das dritte, fünfte, und auf der einen Seite sogar noch das siebente und neunte Spectrum durch ihre mit den berechneten Werthen gut übereinstimmenden Positionen mit Sicherheit nachzuweisen. Siehe Tabelle im Anhang zu dieser Arbeit.

Die noch übrig bleibenden schwächeren Beugungsbilder lassen sich nur durch Annahme noch breiterer Lamellen auf ein System zurückführen. Die mikroskopische Untersuchung zeigte nun, dass so breite ihrerseits nicht wieder zusammengesetzte Lamellen in der Platte nicht existiren. Vielmehr wurde bei 100facher Vergrösserung nachgewiesen, dass in der Platte zahlreiche anscheinend einheitliche Lamellenpaare von ungefähr 0,0976 mm Breite vorhanden sind, welcher Werth als Mittel einer grösseren Anzahl Messungen erhalten wurde. Da derselbe sehr nahe mit dem e des oben besprochenen ersten Systems von Beugungsspectren übereinstimmt, so waren

es offenbar diese Lamellen, welche das letztere hervorbrachten. Bei stärkerer Vergrösserung löste sich aber jede dieser Lamellen und zwar in um so zahlreichere feinere Streifen auf, je stärker die angewendete Vergrösserung war. Bei 700facher gab jede der zuletzt besprochenen Lamellen gegen 200 Einzellamellen von circa 0,0005 mm Breite. Daraus folgt, dass jene Beugungsspectren nicht eigentlich durch Lamellen, sondern durch Lamellengruppen hervorgebracht werden, welche ihrerseits wie einheitlich reflectirende Oberflächen wirken. Die feinen Streifen, welche solche Flächen zusammensetzen, können dagegen, wie die Berechnung unter Zugrundelegung eines entsprechend kleinen e lehrt, überhaupt keine Beugungsbilder mehr hervorbringen, da sie auf einen $\sin \psi > 1$ zurückführen. Diese so fein gestreiften Flächen verhalten sich daher physikalisch wie Ebenen. Das beobachtete zweite System von Beugungsbildern entsprach nun ungefähr einer doppelt so grossen Lamellenbreite. Es müssen also zu dessen Hervorbringung noch entsprechend breitere Lamellengruppen zusammengewirkt haben, und noch grössere Gruppen müssen die sehr schwachen farbigen Reflexe hervorgebracht haben, welche sich zwischen jenen des ersten und zweiten Bildes und dem Mittelbilde wahrnehmen lassen. Die letzteren, demselben sehr genäherten Maxima würden auf eine grosse Lamellenbreite, nämlich von 0,37 führen, und in der That zeigt sich die untersuchte Platte bei ganz schwacher Vergrösserung im gewöhnlichen Nörremberg'schen Apparate anscheinend aus Lamellen von solcher Breite zusammengesetzt.

Aus diesen Beobachtungen darf man wohl schliessen, dass die untersuchten Spaltungsplatten dieser Plagioklase sich analog verhalten, wie ein sogenanntes Gitter, und dass also das von ihnen reflectirte ungefärbte Mittelbild (Orthoklasbild) nicht der Lage der P-Flächen der einzelnen Lamellen, sondern der Tangentialebene an der gestreiften Oberfläche entspricht. Da diese wegen der wechselnden Breite der Lamellen nicht in allen Theilen der Platten gleiche Richtung hatte, so erschien auch das Mittelbild in vielen Fällen nicht ganz einheitlich wie das Reflexbild einer nicht vollkommen ebenen Krystallfläche. Feldspäthe von so feiner Lamellirung wie die untersuchte, können nach dem Obigen gar keine Reflexe liefern, welche der wahren Lage der Flächen $P(001)$ ihrer Lamellen entsprechen. In der That beobachtet man auch bei denjenigen Platten der verschiedenen Vorkommnisse, in welchen die breiteren Lamellen sich sämmtlich bei stärkerer Vergrösserung in feinere auflösen, nur das Mittelbild und die Beugungscumulationen, während bei denjenigen, die wirklich einheitliche breitere Lamellen zeigen, auch ungefärbte deutlich aus diesen hervortretende Seitenreflexe wahrnehmbar sind. Die letzteren, welche offenbar von jenen breiten P-Flächen der einzelnen Individuen durch gewöhnliche Reflexion des Lichts hervorgebracht werden, sind mit den S. 143 als Plagioklasbilder bezeichneten Reflexen identisch. Den Zusammenhang

zwischen der Lamellenbreite und der Existenz oder dem Fehlen solcher Bilder ersieht man am besten aus der folgenden Tabelle:

Fundorte	Abweichung der Winkel von $P : M = 90°$ *)			Qualität der Bilder **)	Lamellenbreite in Procenten der Gesammtoberfläche von $P(001)$		Grösste und kleinste Lamellenbreite in Millimetern
	1. Plag.-W. $0\bar{1}0 : 001$	Orthokl.-W. $010(0\bar{1}0) : 001$	2. Plag.-W. $010 : 001$		Lamellen über 0,005 mm	Lamellen unter 0,003 mm	
R. Sidori	— 1° 47′	fehlt	+ 1° 19′	α 0 α β 0 β	100%	0%	0,038 — 0,006
R. Khania	— 2 37	0°	+ 1 6	β β β β β β	92	8	0,0105 — 0,0005
Mte. Gibele	— 2 26	fehlt	+ 1 24	α 0 α	*84	5,3	0,009 — 0,0008
R. S. Marco	— 1 10	+ 0° 31′	+ 1 37	β β α β β β	72	9,4	0,07 — 0,003
Mte. Gibele	— 1 54	— 0 12	+ 1 47	α γ α	64	15	0,0120 — 0,0005
R. S. Marco	— 1 47	— 0 34	+ 2 13	β β β	61	18	0,006 — 0,0005
R. Zichidì	— 1 42	+ 0 25	+ 1 47	β α β β α γ	60	40	0,120 — 0,0005
R. Zichidì	— 1 55	— 0 12	fehlt	0 β 0 α β 0	50	7	0,10 — 0,0006
R. Khagiar	— 1 37	+ 0 37	+ 1 32	α β α β α γ	34	7,3	0,0255 — 0,0005
R. Khania	— 2 2	+ 0 44	+ 2 2	β α γ γ β γ	24	50,9	0,0075 — 0,0005
Mte. Gibele	fehlt	— 0 15	+ 3 25	0 α α 0 α 0	3,8	82,5	0,0060 — 0,0005
R. Rakhalè	fehlt	— 0 20	fehlt	0 α 0	0	100	0,0010 — 0,0005
R. Zichidì	fehlt	+ 0 13	fehlt	0 α 0	0	100	0,0005 — 0,0003
Mittel:		+ 0° 5′					

Die später bei den einzelnen Plagioklasen aufgeführten Winkelmessungen beziehen sich nur auf solche sorgfältig ausgewählte Platten, welche besonders breite Lamellen enthielten, und daher scharfe und helle Plagioklasbilder lieferten. Um die letzteren recht deutlich hervortreten zu lassen, muss man solche Incidenzwinkel wählen, bei welchen die Interferenzbilder am schwächsten auftreten, d. h. möglichst spitze. In der That kommen mitunter die Plagioklasbilder erst bei Anwendung der letzteren zum Vorschein, während sie bei stumpferen Einfallswinkeln unter den Cumulationsbildern völlig verdeckt blieben. Viele andere Platten waren

*) Das negative Vorzeichen bedeutet die Neigung der Basis im Sinne von rechts oben nach links unten, das positive eine solche im umgekehrten Sinne.

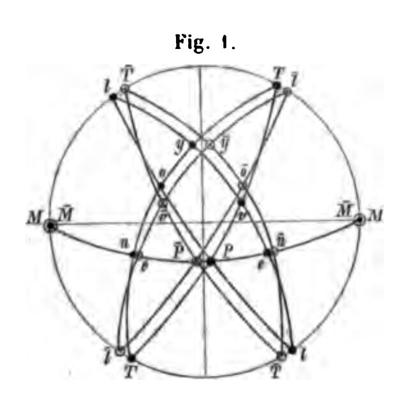
**) Die Buchstaben α, β, γ, welche in der Reihenfolge der Flächen: P links (Plagioklas), P Orthoklas, P rechts (Plagioklas) gestellt sind, bezeichnen α die erste, β die zweite, γ die dritte Qualität der Flammenbilder in Bezug auf ihre Deutlichkeit; 0 bedeutet das Fehlen eines solchen.

deshalb nicht brauchbar, weil ihre Lamellen nicht breit genug, daher die Plagioklasbilder lichtschwach waren und sich auch bei Anwendung spitzer Incidenzwinkel wenig von den Beugungsbildern unterschieden. Dabei kommt besonders der Umstand in Betracht, dass auch viele der letzteren weiss erscheinen, indem sich an den betreffenden Stellen die verschiedenen Farben ungleicher Systeme von Beugungsspectren decken. Ein so regelmässiges Beugungsspectrum wie das oben beschriebene, welches auf einige wenige Systeme zurückgeführt werden konnte, zeigte von den mehr als hundert geprüften Spaltungsplatten nur die von dem oben genauer angegebenen Fundorte von Zichidì.

Eine Untersuchung von Spaltungsstücken und Schnitten aus diesen Feldspathkrystallen beweist, dass auch die übrigen Flächen ebenso zusammengesetzter Natur sind wie die Basis. Es konnte nämlich an den ersteren auf optischem Wege nachgewiesen werden, dass sie in allen Theilen aus feinen Lamellen bestehen, welche sämmtliche Flächen berühren, so dass diese selbst, wenngleich auch eine Ueberwachsung oder Verflötzung der Lamellen an ihrem Austritte stattgefunden hat, doch nur als Scheinflächen betrachtet werden können. So z. B. besteht die scheinbare Fläche des Klinodomas *n* demnach aus Streifen der beiden asymmetrischen Brachydomen $n(0\bar{1}2)$ und $e(012)$ in Zwillingsstellung, welche sich, der geringen Winkeldifferenz wegen, in ihren Positionen viel weniger unterscheiden, als dies die Facetten der entsprechenden *P*-Flächen derselben Krystalle thaten. Ebenso müssen die Prismenflächen aus abwechselnden Streifen von $T(1\bar{1}0)$ und $l(110)$ zusammengesetzt sein, und auch die Fläche *y*, welche sich in dieser Hinsicht der Basis ganz ähnlich verhält, ist polysynthetisch gebildet. Die der letzteren analoge Zusammensetzung aller dieser Flächen erklärt es, dass sie auch alle in ähnlicher Weise gewöhnlich drei Bilder des W e b s k y-schen Spaltes geben; nur mit dem Unterschiede, dass solche, der geringeren Differenz der Positionen ihrer Flächencomponenten entsprechend, viel näher aneinander gerückt liegen, und dass die Seitenbilder schwächer auftreten. Die Mittelbilder, welche zu denjenigen benachbarter Flächen eingestellt, wieder Orthoklaswerthe liefern, müssen auch hier in allen Fällen, der hauptsächlichen Ursache nach, als Interferenzbilder angesehen werden, was bei einigen (namentlich bei *y*) auch durch farbige Umrandung bestätigt wurde. Wenn man hingegen die seitlichen Reflexe der Krystalle zu Einstellungen benutzt, so erhält man die einem Plagioklas entsprechenden Winkelwerthe. Dass die zuletzt genannten Bilder, ausser an den basischen Spaltungsflächen, in der Regel ziemlich lichtschwach befunden werden, erklärt sich dadurch, dass alle ursprünglichen Flächen dieser Krystalle, sei es durch Ueberwachsung oder in Folge von Verschmelzung, auch unter der Lupe betrachtet, völlig eben erscheinen. Die Lamellenstructur derselben tritt erst hervor, wenn sie auf dem Goniometer, durch den W e b s k y'schen

Spalt beleuchtet, mit vorgeschobener Lupe betrachtet werden. Der Thatsache entsprechend, dass die vielfachen Bilder von lamellarer Zusammensetzung nach dem Albitgesetze herrühren, wird das Bild der Fläche *M* in den meisten Fällen einfach gefunden. Nur an solchen Krystallen, welche Lamellen nach dem Periklingesetze einschliessen, beobachtete man auch an der genannten Fläche ein System von Beugungsbildern, dessen Richtung zum Fadenkreuz von dem Winkel abhängig befunden wurde, unter dem die auf *M* vorhandenen Zwillingsnähte die Kante 001 : 010 schneiden. Offenbar sind es nun die als Plagioklasbilder bezeichneten Reflexe aller dieser Flächen, welche zur Bestimmung der krystallographischen Elemente der vorliegenden Feldspäthe benutzt werden können. Wenn man nämlich die Positionen der sämmtlichen Bilder eines solchen lamellaren Zwillings zu einer sphärischen Projection vereinigt, so lässt sich die eine Hälfte derselben, welche je ein Plagioklasbild von jeder Scheinfläche enthält, zu einem System von Zonen verbinden, die andere aber zu einem ebensolchen von symmetrisch entgegengesetzter Lage, wie dies in der nebenstehenden Figur mit einer kleinen, für die Demonstration unvermeidlichen, Uebertreibung der wirklichen Abstände geschehen ist. In derselben sind die Positionen der Flächen des Individuums in der Normalstellung mit schwarzen Punkten, diejenigen des Krystalls in Zwillingsstellung mit kleinen Kreisen bezeichnet worden. Eine solchem Zwilling entsprechende Zusammengehörigkeit der Reflexe konnte man nun in der That auch an allen Zonen, natürlich mit Ausnahme der brachydiagonalen, in welche sämmtliche Bilder von jeder zugehörigen Scheinfläche fallen, constatiren. Wenn man z. B. einen Krystall für die Flächen $T(1\bar{1}0)$: $y(20\bar{1})$ so justirt, dass, von links nach rechts gezählt, das dritte Bild der ersten Fläche zu dem ersten Bild der letzteren genau eingestellt war, so fiel auch das erste Bild der Fläche $n(20\bar{1})$ mit in diese Zone, d. h. dasjenige Bild von den dreien der Scheinfläche *n*, welches dem Krystall nach Analogie anderer Plagioklase zukommen müsste. Eine solche Zonenprüfung führte ferner zu dem Schlusse, dass auch bei diesen Feldspäthen die Abweichung ihrer Form vom monosymmetrischen Systeme in demselben Sinne, wie bei allen übrigen bekannten Plagioklasen stattfinde. So ergiebt sich z. B. als weitere Folge, dass das erwähnte dritte Bild der Fläche $T(1\bar{1}0)$ zu $M(0\bar{1}0)$ eingestellt einen weniger stumpfen wahren Winkel liefert, als das erste Bild, welches sich in der Position von

Fig. 1.



einem l(110) in Zwillingsstellung befindet; ein Verhalten, das ebenfalls dem aller bekannten asymmetrischen Feldspäthe entspricht. Die Richtung der Schiefe der Basis konnte, ausser auf dem angedeuteten Wege, auch noch direct bestimmt werden. Als Seltenheit fanden sich nämlich unter den Krystallen von Cuddia Mida zwei Exemplare, von denen sich das eine in seiner oberen Hälfte optisch homogen, das andere wenigstens zum grössten Theil der Art, bezw. mit so wenigen Lamellen behaftet erwies, dass man den letzteren einen störenden Einfluss nicht beimessen kann. Die für P(001) : M(010) erhaltenen Werthe lauten für den ersten Krystall 89° 24', für den zweiten 89° 19', Zahlen, welche den Winkeln von Exemplaren des Fundortes sehr nahe stehen und zeigen, dass die Endfläche nach rechts geneigt ist. Der erstere Krystall lieferte ferner auch noch ein Beispiel dafür, wie wenig für geeignete Individuen die an lamellenfreien Theilen erhaltenen Werthe von denen der lamellaren abweichen. Im Folgenden sind die Daten, welche an diesem Feldspathe bei successiver Spaltung nach der Basis gewonnen wurden, zusammengestellt.

A. Lamellenfreie Basis:

1. Spaltung.	P(001) : M(010)	Mittel aus vier Kanten:	89° 25'
2. -	P(001) : M(010)	- - - -	89 23
3. -	P(001) : M(010)	- - - -	89 24

B. Lamellare Basis:

4. Spaltung.	P(001) : M(010)	- - - -	89 11
5. -	P(001) : M(010)	- - - -	89 19

Es dürfte nach den voraufgegangenen Betrachtungen wohl als erwiesen gelten, dass es möglich sei, bei passender Auswahl der Exemplare, auch von lamellaren Feldspäthen solche Winkelwerthe zu erhalten, welche wenigstens eine sehr annähernde Berechnung ihrer krystallographischen Elemente gestatten. Eine ebenso grosse Genauigkeit, wie man sie bei Verwendung einfacher Krystalle erreicht, bleibt natürlich ausgeschlossen. In Betreff der ersteren kann man sich durch Einsicht in die Controlwinkel für jedes einzelne Vorkommen überzeugen. Die Richtigkeit des Krystallwinkels γ liess sich ausserdem noch besser durch eine Bestimmung des rhombischen Schnittes auf M(010) der Krystalle controliren.

Bevor die einzelnen Vorkommen aufgeführt werden, mögen hier noch einige andere optische Verhältnisse dieser Plagioklase ihre Besprechung finden. Was zunächst die Untersuchung im parallel polarisirten Lichte zur Bestimmung der Auslöschungsschiefe betrifft, so sind dieselben stets bei Natriumlicht vorgenommen worden, und zwar, wie beim Orthoklase, in drei verschiedenen Hauptrichtungen. Für die Prüfung nach 001 und 010 wurden feine Spaltungsblättchen benutzt, und ausserdem sind geschliffene Platten von einer annähernd zur ersten Mittellinie senkrechten Lage der

Beobachtung unterzogen worden. Es galt dabei namentlich für jeden Fundort, durch eine genügende Anzahl von Krystallen und Einstellungen, das Mittel für die Lage der Hauptschwingungsrichtungen in den beiden wichtigsten Krystallschnitten nach 001 und 010 so genau festzustellen, dass es zu einem Vergleiche mit den bekannten Feldspathmischungen dienen konnte. Zu dem Zwecke wurden gewöhnlich sechs Krystalle von jeder Localität verwendet, und zwar dieselben, welche nachher analysirt worden sind.

Für die Orientirung an den Platten nach 001 diente meistens die Zwillingsgrenze der Lamellen parallel *M*(010), in wenigen Fällen nur die Spaltungstrace nach der letzteren Fläche. Die erstere Bestimmungsart führt bekanntlich zu genaueren Resultaten, indem sie die Einstellung des doppelten Winkels für die Auslöschungsschiefe durch je zwei Ablesungen an den beiden entgegengesetzten Lamellensystemen gestattet. Es wurden zu dem Zwecke nur solche Platten benutzt, deren Lamellen breit genug waren, um eine sichere Untersuchung und Einstellung der beiden Systeme auf dunkel zu gestatten. Ein kleiner Beobachtungsfehler wird allerdings dadurch begangen, dass die treppenförmig gestreifte Spaltungsplatte eine genau normale Lage der dem Plagioklas entsprechenden *P*-Fläche zur Axe des Mikroskops für Lamellen beider Zwillingsstellungen zugleich nicht gestattet. Es ist aber ersichtlich, dass derselbe für das Mittel eines Fundortes nicht in Betracht kommt, da selbst unter den Krystallen eines solchen erheblich grössere Schwankungen im Werthe der Auslöschungsschiefe vorkommen, wie eine Einsicht in die Grenzwerthe für jedes der hier mitgetheilten Vorkommen lehrt. Dieselben sind bekanntlich, wie durch andere Untersuchungen erwiesen wurde, die Folge meistens kleiner Verschiedenheiten in der chemischen Zusammensetzung unter Individuen einer und derselben Localität. An dem bereits erwähnten, zum grössten Theil einheitlichen Krystalle von Cuddia Mida konnte ferner der Sinn der Abweichung der Hauptschwingungsrichtung von der Kante *P*(001) : *M*(010) bestimmt werden. Die letztere verläuft von links vorn nach rechts hinten, also wie die der Trace von *l*(110), oder positiv nach der Bezeichnung von Schuster (cit. Arbeit S. 149).

Geringere Schwierigkeiten bot die Untersuchung der Platten nach *M*(010) dar, weil dieselben meistens frei von Lamellen sind, und die letzteren, wo sie nach dem Periklingesetze auftreten, keine entgegengesetzte Auslöschung erkennen lassen, vorausgesetzt, dass die Platte eine Spaltungsplatte ist; denn die Projectionen der Hauptschwingungsrichtungen der unter gleichen Winkeln ($180^0 - \alpha$) gegen die Axe des Instruments geneigten *M*-Flächen liegen parallel auf einer Normalfläche zur genannten Axe, und die Lamellen müssen daher gleichzeitig dunkel erscheinen. Der Winkel γ ist nämlich in den vorliegenden Feldspäthen so wenig von 90^0 verschieden, dass er optisch wegen der geringen Verschiebung der *M*-Flächen des einen Systems

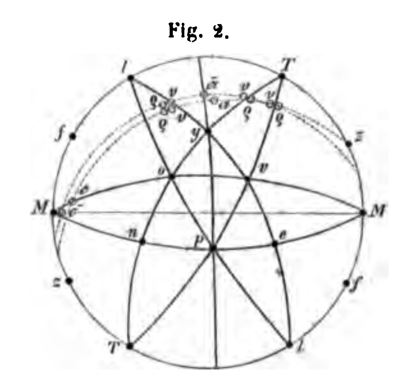
aus der Zone *P* : *M* des anderen nicht mehr zum Ausdruck kommt. In der That konnten an solchen lamellaren *M*-Flächen (z. B. Krystalle von Mte. Gibele) wohl verschieden vollkommen, aber nur einseitig auslöschende Lamellen gesehen werden. Die Lage der Hauptschwingungsrichtung gegen 001 wurde in diesen Platten ebenfalls durch wiederholte Einstellung an der erwähnten Zahl von Krystallen bestimmt. Ihre optische Orientirung findet in allen vorliegenden Plagioklasen im Sinne des hinteren Hemidomas *y*($\bar{2}$01), also ebenfalls wie beim Albit, bezw. positiv nach Schuster, statt.

Die Platten, welche annähernd senkrecht zur ersten Bisectrix geschliffen sind, gestatteten es, auch die Lamellen nach dem Periklingesetze einer genaueren Prüfung hinsichtlich ihrer Auslöschungsschiefe zu unterziehen.

Aus diesen Untersuchungen folgte nun, dass die Hauptschwingungsrichtungen der vorliegenden Plagioklase sich in keiner der untersuchten Richtungen über 8° hinaus von denen der Orthoklase entfernen, und dass die verschiedenen Vorkommen in diesem Verhalten nicht sehr viel von einander abweichen, wie dies der Aehnlichkeit ihrer chemischen Constitution entspricht.

Demgemäss zeigt auch die Untersuchung im convergenten polarisirten Lichte eine ähnliche Lage der Ebene der optischen Axen, wie beim Orthoklas. Mit Hülfe des Axenwinkelapparats in Verbindung mit der Spiegelungsmethode wurde die Lage der ersten Mittellinie gegen *P*(001) und *M*(010) an ungefähr normal zu der letzteren geführten Schnitten festgestellt, und damit, sowie mittels der an denselben Krystallen bestimmten Auslöschungsschiefe auf *M*(010), konnte eine approximative Berechnung der Schiefe der genannten Ebene der optischen Axen, bezw. auch der Lage der zweiten Mittellinie vorgenommen werden. Die Resultate wurden durch directen Vergleich mit den durch Beobachtung an Platten der zuerst genannten Richtung gewonnenen annähernd controlirt; eine genaue Controle blieb wegen der nicht ganz normal geschliffenen Platte ausgeschlossen. Die Positionen dieser beiden Mittellinien sind in der beistehenden Figur näher bezeichnet, welche eine sphärische Projection sämmtlicher bei diesen Plagioklasen beobachteter Flächen darstellt, und in welcher diejenigen Punkte eingetragen sind, in denen die erste (𝔞) und die zweite (𝔠) Mittellinie, sowie die zugehörigen optischen Axen für ϱ und v die Kugeloberfläche berühren. Die genannten Richtungen sind auf derselben für die extremsten unter den beobachteten Fällen, nämlich für die beiden

Fig. 2.



Feldspäthe von Mte. Gibele (in der Figur a, c) und von Cuddia Mida (ā, c̄) bezeichnet worden. Man ersieht aus der Projection, dass die spitze Mittellinie sich nicht weit von der Parallelität mit *M*(010) entfernt; dieselbe schneidet *P*(001) dabei unter einem Winkel bis zu circa 9°. Der Sinn ihrer Neigung entspricht dem bei den Albiten beobachteten. Die zweite Mittellinie liegt im Maximum 82° schief gegen *M*. Die oben angeführte Berechnung, d. h. der Vergleich zwischen Lage der Hauptschwingungsrichtung auf *M* und der von Mittellinie c, macht es wahrscheinlich, dass bei allen diesen Plagioklasen die Ebene der optischen Axen von links oben nach rechts unten geneigt sei. Die für diese Neigung berechneten Winkel beziehen sich stets auf den Winkel α der wirklichen Plagioklasform und sind durch Umrechnung der am monosymmetrischen Scheinkrystall gefundenen Werthe erhalten worden.

Das Axenbild des spitzen Axenwinkels erhält man in Schnitten, welche annähernd parallel dem Hemidoma ($\bar{2}01$) verlaufen. Es zeigt mittelstarke Doppelbrechung. Dieselbe ist etwas kräftiger, als bei den vorhergehenden Orthoklasen. Der Sinn derselben ist immer negativ. $\varrho > v$. Das Bild ist recht lebhaft gefärbt, und jede Axe zeigt stets zwei Augenringe (das der obigen Orthoklase nur einen). Der innerste derselben ist in seiner Umrandung blau, im Innern aber, rechts vom Hyperbelast, braun, links von demselben, blau (parallel zum Aste), und roth (parallel zum Ringe) gefärbt. Die Dispersion ist anscheinend recht schwach, und lässt sich gewöhnlich nur, nach einem unverkennbaren Intensitätsunterschiede der Hyperbeltheile, als wenig horizontal und sehr wenig geneigt bezeichnen. Wenn man das Bild, wie bei den Orthoklasen geschehen, auf eine sphärische Projection des Feldspaths zur Basis bezieht, so muss man auch hier die Mitte der intensiven Hyperbelhälfte näher zu $\bar{1}00$, die entgegengesetzte dagegen näher nach 001 verlegen. Ferner hat man bei derselben Lage die Position des intensiver gefärbten Augenringes wahrscheinlich auf der rechten Seite zu suchen; mit Sicherheit ist die letztere bei diesen Zwillingen nicht anzugeben. Die Grösse des Axenwinkels schwankt im Allgemeinen um 10° bei den einzelnen Mischungen. Die Bilder erweisen sich trotz der Lamellenstructur völlig einfach und anscheinend in der Regel ganz ungestört. Das Fehlen eines zweiten Bildes, wie man es nach der Zwillingsstellung in geringer Entfernung vom ersten erwarten kann, lässt sich dadurch erklären, dass, entsprechend der geringen Abweichung der Mittellinie von *M* und resp. von *P*, der Lagenunterschied der beiden Axenbilder ein so kleiner sein muss, dass die optische Erscheinung desselben schon in die Grenzen der parallaktischen Störungen fällt. Es liess sich in der That auch constatiren, dass die Einstellung der Bilder solcher Krystalle mit grösserem Neigungswinkel der ersten Bisectrix gegen *M* grössere Schwierigkeiten hatte, als bei den anderen (z. B. Gibele). Nur durch gleichmässig gerichtete

Sehaxe des Auges konnte in solchem Falle eine Verschiebung des Bildes bei den Einstellungen desselben vermieden werden.

Wir wenden uns nun, in geologischer Reihenfolge nach dem Orthoklas fortfahrend, den einzelnen asymmetrischen Feldspäthen zu.

A. Plagioklas des älteren Augitandesits (Gesteinsgruppe II_3).

Das Muttergestein desselben tritt in einem Gebirgsmassiv von circa 7,6 qkm Basis und 400 m mittlerer Höhe zu Tage, und dieses zerfällt in zwei Complexe: den kegelförmigen Mte. Gibele mit Krater (Höhe 700 m) und das massige Hochgebirge von Montagna Grande (Höhe 836 m). Es findet sich vorwiegend in krystallinischer, seltener auch in glasiger Ausbildung der Grundmasse, und ist überall reich an grossen Feldspatheinsprenglingen von etwas mattem Glanze. Dieser Andesit, welcher in steilen Felswänden (östliche Abhänge des genannten Hauptgebirges) und mächtigen Blöcken (Trümmerfeld der Costa della Favara, südöstlich von demselben Gebirge) blossgelegt ist, hat nach zwei Mustern von der Höhe der Montagna (Nähe des Gipfels) folgende Zusammensetzung:

	1. krystallinisch:	2. glasig*):
SiO_2	61,47	60,24
Al_2O_3	18,09	20,28
Fe_2O_3	5,14	2,32
FeO	3,06	3,88
CaO	3,00	1,96
MgO	1,32	0,50
K_2O	2,83	4,28
Na_2O	5,85	7,80
	100,76	101,26

Spec. Gewicht = 2,72—2,51 (mit dem Pyknometer bestimmt).

Seine mineralogische Beschaffenheit erweist sich für beide Varietäten, welche schlierenförmig auftreten, an verschiedenen Fundorten sehr übereinstimmend. Die Einsprenglinge sind, einerlei ob die Grundmasse krystallinisch oder glasig ist, sehr reichlich vorhandene grosse Plagioklase, neben wenigen kleinen circa 3 mm langen lauchgrün durchsichtigen Augit- und einzelnen wohl begrenzten Magnetitkryställchen. Die Grundmasse der krystallinischen Abart besteht aus Plagioklasleisten, Magnetit, chloritischer Substanz und Hämatit, wohingegen die schwarze Glasmasse der zweiten Varietät sich in Dünnschliffen kaffeebraun durchsichtig und voll von fluidal gelagerten Mikrolithenschwärmen erweist.

Die Feldspäthe dieses Gesteins unterscheiden sich zunächst durch ihre Grösse (bis zu 2,8 cm lang, 2 cm breit), sowie durch ihre in der Regel

*) Analyse von E. Maegis.

nach der Axe *c* verlängerte Gestalt von allen übrigen der Insel. Daneben erscheinen indessen auch kurzsäulenförmige Krystalle von der typischen Orthoklasform. Es kommen die Flächen *l*(110), *T*(1$\bar{1}$0), *y*($\bar{2}$01), *M*(010), *P*(001), *n*(0$\bar{1}$2), *e*(012) und als Seltenheit auch *z*(1$\bar{3}$0), *f*(130) zur Beobachtung. Bemerkenswerth ist, dass die Tetartopyramiden gänzlich fehlen, und dass *P* immer vorherrschend vor *n*, resp. *e*, die Fläche *M*(010) aber gewöhnlich schmal ausgebildet ist. Das Hemidoma *y* ist meistens sehr ausgedehnt. Alle diese Eigenthümlichkeiten sind wesentliche Unterschiede von den jüngeren Plagioklasen der Insel. Einzelne Individuen (d. h. Scheinkrystalle, da sie stets lamellar sind) gehören zu den grössten Seltenheiten; sie fanden sich nur etwa zu zwei pro mille. Ein solcher, 0,5 cm gross, ist Taf. IV, Fig. 3 abgebildet worden. Beinahe alle Krystalle (circa 95 %) kommen in Karlsbader Zwillingen vor, unter welchen man viele von der verlängerten Form, wie sie Fig. 4 (Original 2,3 cm lang) zeigt, findet. Nächstdem ist das Bavenoer Gesetz mit circa 30 % das verbreitetste. Durchkreuzungszwillinge nach demselben sind charakteristisch für dieses Vorkommen. Sie finden sich in der Regel mit Karlsbader Zwillingen verbunden vor. Eine solche Combination dieser zwei Gesetze sieht man in der Abbildung eines, im Original 2 cm grossen Krystalls, Taf. IV, Fig. 5. In demselben stehen die Individuen I und II in Verbindung nach dem Bavenoer Gesetze, III zu I und IV zu II in Stellung nach dem Karlsbader. Eine so vollkommene, an die Gestalt des Staurolith erinnernde, Durchkreuzung zeigen allerdings nicht viele Exemplare; in den meisten Fällen ist dieselbe auf Ansätze zu einer solchen, verursacht durch kleinere Individuen, beschränkt. Figur 6 stellt den selteneren Fall dar, dass die Individuen nach diesem Gesetze einfach aneinandergelagert sind, wobei sie indessen nicht nach Art der typischen Bavenoer Zwillinge zur Hälfte, sondern beinahe ringsherum ausgebildet erscheinen; das eine ist in der Breite, das andere in der Länge ausgedehnt.

Das Manebacher Gesetz kommt nur in ganz vereinzelten Fällen (circa 2 %), und zwar in zwei sehr verschiedenen Ausbildungsweisen vor. Die eine, welche an zwei Individuen beobachtet wurde, ist eine solche der typischen Zwillinge von Manebach mit der Verlängerung nach der *b*-Axe, wie sie die Abbildung eines im Original 1 cm grossen Exemplares von Mte. Gibele, Fig. 7, Taf. IV zeigt. Der Krystall ist rectangulär-prismatisch durch Vorwiegen von *M*(010) und *P*(001). Am Ende herrschen zwei Flächen *y*($\bar{2}$01) vor, *T*(1$\bar{1}$0), *l*(110) treten mehr untergeordnet auf. Nach der anderen Art durchkreuzen sich die nach diesem Gesetze gestellten, nach ihren *c*-Axen verlängerten Individuen vollständig, und zwar unter einem Winkel von nahezu 53°. Das Zwillingsgesetz tritt an den so gestalteten Krystallen in Verbindung mit den anderen auf. Eine besonders interessante Combination von solchen hat ein im Original 1,7 cm grosses Exemplar von Mte. Gibele aufzuweisen, welches Figur 8, Tafel IV abgebildet wurde. Die

Individuen I und II sind nach dem Karlsbader Gesetze verbunden, II, welches ebenso gross entwickelt ist als IV, bildet mit dem letzteren einen Durchkreuzungszwilling nach dem Manebacher Gesetze, und endlich sind die Individuen I und III zu einem ebensolchen nach dem Bavenoer Gesetze vereinigt. Wenn man noch die lamellaren Zwillinge nach dem Albit- und Periklingesetze in Erwägung zieht, so bietet sich hier der, auf der Insel nicht wieder beobachtete Fall einer Zwillingsverbindung des Feldspaths nach fünf verschiedenen Gesetzen an einem Exemplare dar. Kleinere Gruppen finden sich häufig. Eine grössere, mit circa 20 bis zu 1,5 cm langen Individuen, stammt vom Mte. Gibele.

Auf die complicirte Lamellarstructur, bezw. auf das häufige Auftreten der lamellaren Gitterbildung dieser älteren kalkreicheren Feldspäthe, wurde schon weiter oben hingewiesen. Bei keinem der übrigen hier beschriebenen Plagioklase findet sich, neben dem gewöhnlichen Albitgesetze, die Periklinverbindung so häufig und in solcher Deutlichkeit als bei diesem. Die Spaltung nach *M*(010), welche bei den Feldspäthen des alten Andesits nicht so leicht als bei den folgenden zu erzielen ist, liefert sehr oft treppenförmig lamellirte Bruchflächen, an welchen die Lage des rhombischen Schnittes, resp. der Durchschnitt der nach demselben ausgedehnten Lamellen, genau zu bestimmen ist.

Zu den äusseren Eigenthümlichkeiten dieser Feldspäthe gehört noch der geringe Glanz, sowie der Umstand, dass auch nur theilweise durchsichtige Krystalle zur Minderheit gehören, und beinahe nur vom Mte. Gibele bekannt wurden. Die meisten sind nur kantendurchscheinend. Ihre Farbe wechselt zwischen bräunlichweiss und grauschwarz in Folge des grossen Reichthums an Einschlüssen. An den letzteren, welche eine grosse Mannigfaltigkeit aufweisen, wurde nur zum Theil eine Abhängigkeit ihrer Natur vom Muttergestein erkannt, mitunter erwiesen sie sich aber auch gerade entgegengesetzt, nämlich vorwiegend glasig in krystallinen, und krystallin in glasigen Muttergesteinen. Untergeordnet ist immer mehr oder weniger Augit bis zu 2 mm grossen Individuen vorhanden. Messungen derselben ergaben im Mittel für 110 : 100 = 46° 18'; 010 : 111 = 60° 49'. Daneben beobachtet man nicht selten Hämatit- und Magnetitkryställchen; letztere auch als secundäre Interpositionen in den eingeschlossenen Augiten; sowohl in quadratischen, als in achtseitigen Querschnitten. Alle übrigen vorherrschenden Einschlüsse sind nach dem Vorkommen verschiedener Natur.

Krystalle fanden sich an mehreren Orten des in Rede stehenden Gebirgsgliedes ausgewittert, namentlich aber an folgenden Fundstellen:

1. Plagioklas von Mte. Gibele.

Sein Muttergestein ist überall krystallinisch. Krystalle finden sich zwar auf verschiedenen Seiten des Berges, aber nirgends im ganzen Ande-

sitgebiet so wohl erhalten, als an seinem Westabhange über dem Passo del Khalchi (600 m Höhe), wo sie mit halbverwittertem Gesteinsgrus vermengt vorkommen. Von dort stammen alle bisher untersuchten Feldspäthe dieses Berges.

Eine Analyse derselben ergab, wie schon früher von mir nachgewiesen wurde, das folgende Resultat:

			O-Verh.
SiO_2	63,41	O = 33,82	10,4
Al_2O_3	20,32	9,48	2,9
Fe_2O_3	3,27	—	
CaO	2,76	0,79	1
MgO	0,30	0,12	
Na_2O	7,42	1,91	
K_2O	2,53	0,43	
	100,01		

Spec. Gewicht = 2,602—2,609 (nach der Thoulet'schen Methode).

Spec. Gewicht = 2,61 (schon früher mittels Pyknometer bestimmt).

Die obige Verbindung entspricht einem Molekularverhältniss von $1 CaAl_2Si_2O_8$: 0,94 $KAlSi_3O_8$: 4,04 $NaAlSi_3O_8$ mit 0,53 fremden Interpositionen, welche nahezu die Zusammensetzung des Muttergesteins haben. Auf 1 Mol. Kalifeldspath kommen 4,29 Natronfeldspath.

Dieses Vorkommen wurde von mir (diese Zeitschr. **1**, 551 etc.), zum Theil wegen der an den Scheinflächen erhaltenen Winkel, als Perthit-ähnlicher Natronorthoklas beschrieben. Herr C. Klein deutete denselben Feldspath auf Grund seiner optischen Untersuchungen*) als Oligoklas. Indessen waren bereits auch früher von Abich**) solche Krystalle aus demselben Muttergestein von einer benachbarten Fundstelle, der Montagna grande, analysirt und ebenfalls als Plagioklas bestimmt worden. Dieser Forscher, welcher auch sein Augenmerk auf den ungewöhnlich hohen Kaligehalt dieses Feldspaths richtete, verlieh demselben unter dem Namen »Pantellarit«***) eine besondere Stellung unter den Albiten.

Die Krystalle, meistens von braungelblicher Farbe, zeigen von allen Vorkommen im alten Andesit die beste Beschaffenheit der Flächen. Gleichwohl sind die Prismenflächen selten eben, sondern manchmal sogar gekrümmt. Es war daher nicht leicht, zur Messung geeignete Individuen zu finden; um so weniger als bei der vorwiegend feinen Lamellarstructur nur eine beschränkte Zahl basischer Spaltungsflächen genügende Plagioklasbilder lieferte. An solchen Exemplaren wurden folgende Winkel erhalten:

---

*) Siehe diese Zeitschr. **5**, 390 etc.

) Poggend. Ann. **51, 526.

***) Nach der älteren Schreibweise des Namens »Pantellaria«. Siehe Des Cloizeaux, Manuel de Min. Paris 1862, S. 323.

Flächen:	Beob.:	Zahl der gem. Kanten:	Grenzwerthe:	Berechnet:
(110):(010) =	*59° 16′	5	58° 52′—59° 57′	—
(1$\bar{1}$0):(0$\bar{1}$0)	*61 3	4	60 59 —61 14	—
(001):(010)	*87 36	7	87 23 —88 13	—
(0$\bar{1}$2):(0$\bar{1}$0)	*46 17	4	45 56 —46 46	—
(001):(110)	*67 0	6	66 23 —67 33	—
(001):(1$\bar{1}$0)	69 42	4	69 6 —69 56	69° 10′
(110):(1$\bar{1}$0)	59 57	3	59 17 —60 23	59 41
(0$\bar{1}$2):(001)	46 22	3	45 58 —47 5	46 7
(012):(001)	44 14	2	43 58 —44 30	43 39
(012):(010)	43 46	2	43 27 —44 5	43 57
(012):(110)	50 55	2	50 54 —50 56	51 20
(0$\bar{1}$2):(1$\bar{1}$0)	51 55	3	51 42 —52 2	51 44
($\bar{2}$01):($\bar{1}\bar{1}$0)	43 43	3	43 33 —43 59	44 6
($\bar{2}$01):($\bar{1}$10)	44 55	3	44 52 —45 1	44 15
(012):($\bar{2}$01)	84 8	2	84 4 —84 12	83 46
(0$\bar{1}$2):($\bar{2}$01)	83 13	2	83 0 —83 26	83 4
($\bar{2}$01):(0$\bar{1}$0)	89 10	2	89 9 —89 11	89 24
(001):($\bar{2}$01)	81 33	2	81 32 —81 34	81 0

Aus den fünf mit * bezeichneten Grundwerthen berechnet man das Axenverhältniss:

$$a : b : c = 0{,}6350 : 1 : 0{,}5536$$
$$\alpha = 92^\circ\, 15'$$
$$\beta = 115\;\; 28$$
$$\gamma = 90\;\; 10$$

An diesem Feldspathe wurden alle sechs im Eingang zu der Plagioklasbeschreibung erwähnten Zwillingsgesetze beobachtet. Die Figuren 3, 4, 5, 6, 7 und 8 auf Taf. IV stellen Krystalle dieses Fundortes dar.

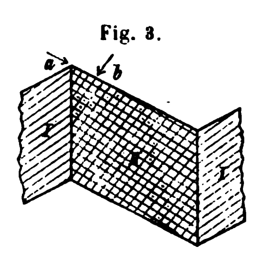
Die Breite der Lamellen wurde zwischen 0,0005 mm und 0,01 mm schwankend gefunden.

Die Zwillingsstreifung nach dem Periklingesetze, welche man auf *M*(010) vieler Krystalle beobachtet, schneidet die Spaltungstrace unter Winkeln von $2\frac{1}{2}^\circ$—$3\frac{1}{2}^\circ$, steiler als *P*(001). Für dieselbe Richtung erhält man durch Berechnung der Lage des rhombischen Schnittes auf *M*(010) aus dem mitgetheilten Axenverhältniss 3° 58′, steiler als *P*(001). Das letztere bestätigt also zugleich die für einen verhältnissmässig kalkarmen Plagioklas gerade entgegengesetzt abweichende Lage des rhombisches Schnittes (siehe mitgeth. Arbeit von G. vom Rath), auf welche auch von Herrn C. Klein (Neues Jahrb. 1879, 531) hingewiesen wurde. An einem Scheinkrystalle, dessen nach dem Albitgesetze zu einander gestellte *P*-Flächen sich unter

einem Winkel von 5° 18′ schneiden, konnte für die Neigung der Lamellen nach dem Periklingesetze auf *M* annähernd 5° bestimmt werden. Nach der von Websky*) angegebenen Methode für die Bestimmung des Werthes der Zonenabweichung exzonarer Reflexe im Gesichtskreise des Fernrohrs wurde die Abweichung der Lamellentrace auf *M* von der Kante *P*(001) : *M*(010) zu 3° 10′ bestimmt. Auf mikroskopischem Wege erhielt man für diesen Winkel 3°.

Die Lamellen, welche der Fläche *y*($\bar{2}$01) parallel geordnet liegen, schneiden das bisher besprochenene System unter circa 98°; sie stehen also streng genommen in dieser Zwillingsstellung zu den soeben erwähnten Lamellen vom Periklinsystem. Die nebenstehende Figur erläutert die Lage derselben im Individ II des nach *M*(010) durchschnittenen Zwillings mit Wiederholung nach dem Karlsbader Gesetze. Die Richtung *a* bezeichnet den Verlauf der Lamellen des Periklinsystems; *b* die des Systems nach *y*($\bar{2}$01).

Fig. 3.



Die Beobachtung im parallel polarisirten Lichte bestätigte zunächst das gänzliche Fehlen orientirt auslöschender Substanz in Schnitten aus der makrodiagonalen Zone. Es wurden hingegen für die Auslöschungsschiefe gegen die Tracen der Spaltung dieses Feldspaths folgende Werthe erhalten; in:

1. Spaltungsplatten 001				2. Spaltungsplatten 010				3. geschliffene Platten annähernd ⊥ : 001 ⊥ : 010			
Grenzwerthe	Zahl der Beob.	Zahl der Kryst.	Mittel	Grenzwerthe	Zahl der Beob.	Zahl der Kryst.	Mittel	Grenzwerthe	Zahl der Beob.	Zahl der Kryst.	Mittel
2°—6°,8	108	7	4°,3	4°,8–7°,7	108	7	6°,4	4°,7–9°,4	100	3	6°,4

Ausserdem wurde noch die Auslöschung der Lamellen parallel *y* in einer Platte nach *M* approximativ zu 4° gegen die Zwillingsgrenze bestimmt.

Es ist ferner ein Krystall auch eingehender optisch untersucht worden. Derselbe zeigte in Spaltungsplatten nach 001 eine Auslöschungsschiefe von 2°, in anderen nach 010 eine solche von 5°,5; und ausserdem in einer geschliffenen Platte, welche 81° 32′ gegen die erstere Fläche, und 87° 8′ gegen die letztere neigt, fand sich die Hauptschwingungsrichtung 9°,4 schief gegen beide Spaltungsrichtungen. Diese Platte, sowie eine Spaltungsplatte nach *M* ergaben für die Winkel der optischen Axen die folgenden Werthe:

*) M. Websky, Ueber Einrichtg. u. Gebr. d. Reflexionsgoniom D. Zeitschr. **4**, 568.

	$2E$	$2H_a$	$2H_o$
für rothes Licht (Li)	= 88° 47′	54° 38′	125° 14′
für gelbes Licht (Na)	= 87 46	53 42	126 12
für grünes Licht (Tl)	= 86 32	52 46	127 21

woraus sich der wahre Axenwinkel für

Li zu 54° 40′
Na zu 53 42
Tl zu 52 44

berechnet, und der mittlere Brechungsexponent β

für *Li* zu 1,5237
für *Na* zu 1,5347
für *Tl* zu 1,5433.

Die erste Bisectrix neigt + 4° 38′ gegen 001 und + 4° 11′ gegen 010. Demnach wurde für die Schiefe der optischen Axenebene 77° 53′ gegen 010, bezw. 9° 52′ gegen 001 berechnet. Gemessen wurde für dieselbe 7° in der obigen, um 8° zu schief gegen die genannte Bisectrix geneigten Platte.

Ausser den gewöhnlichen Interpositionen beobachtet man vorwaltend in diesen Feldspäthen eine grosse Menge Glaseinschlüsse. Dieselben finden sich seltener als grosse unförmige Fetzen von schmutzigbrauner Farbe mit wolkigen Trübungen. Die meisten zeigen hingegen eine sehr regelmässige geometrische Gestalt im Durchmesser von 0,002 mm bis 0,01 mm und sind von hellbrauner Farbe. Beinahe immer schliessen sie ein oder mehrere Gasbläschen ein*). Eine Untersuchung dieser Interpositionen in verschiedenen Schnitten der Krystalle, bezw. eine Messung ihrer in Platten derselben Richtung immer constanten ebenen Winkel lehrt, dass sie, sowohl der Form als Lage nach, sich ihrem Wirth gegenüber völlig orientirt verhalten. Sie sind daher gewissermassen glasige Negativabgüsse von dem letzteren.

Bemerkenswerth sind noch die Umwandlungspseudomorphosen dieses Feldspaths, welche sich wenig entfernt von dem in Rede stehenden Fundort, in dem zersetzten Gestein der Kraterwand, auf der Höhe des Berges, fanden. Dieselben zeigen deutliche Krystallform, sind sehr mürbe, und von weisslicher Farbe. Sie bestehen ihrem Aufbau nach aus einem feinen Zellengefüge, welches von gitterförmiger Kreuzung feiner und durch Hohlräume getrennter Lamellen herrührt. Die letzteren durchziehen die Pseudomorphose plattenförmig und entsprechen in ihrer Lage den optisch beobachteten Lamellen des Albit- und Periklinsystems. Die Substanz derselben dürfte hier eine kaolinähnliche Umwandlung erfahren haben.

Die Untersuchung im polarisirten Lichte hat nun bewiesen, dass der

*) Siehe Abbildung derselben in der Sammlung von Mikrophotographieen von E. Cohen, Taf. IV, 4.

ziemlich grosse Kaligehalt dieses Feldspaths nicht etwa auf einen Orthoklas zurückzuführen, sondern als isomorpher Bestandtheil des Plagioklases zu betrachten sei. Da die für die Abweichung der Hauptschwingungsrichtung gefundenen Mittelwerthe, sowohl auf *M* als auch auf *P*, $2\frac{1}{2}^{0}$ von den Mitteln der entsprechenden kalifreien Plagioklase abweichen, so darf man wohl behaupten, dass dieser Feldspath sowohl in chemischer, als auch in physikalischer Beziehung eine solche Abweichung von den bekannten Gliedern der Kalk-Natron-Reihe zeigt, dass man ihn nicht mit einem Oligoklas identificiren kann, wie solches von C. Klein geschah. Eine Abweichung von dem genannten Feldspath zeigt sich auch im spec. Gewicht, worauf schon Goldschmidt*) hingewiesen hat. Derselbe fand es 2,599—2,603, d. h. zu gross für einen Orthoklas und zu klein für Oligoklas. Diese Eigenthümlichkeiten, sowie die nahen Beziehungen des Feldspaths zu den jüngeren Plagioklasen von Pantelleria, sollen aber nach Beschreibung der letzteren noch eingehender betrachtet werden.

Hier mögen zunächst noch einige andere Beispiele vom Plagioklas des alten Andesits folgen.

2. Plagioklas von S. Antonio.

Diese Localität, welche in Bezug auf den Feldspath noch zu Mte. Gibele gehört, umfasst das Thal am nördlichen Abhange jenes Berges. Es finden sich dort Feldspathkrystalle ganz vom Typus des vorigen, jedoch weniger gut erhalten, da sie angeschwemmt und mit Bimsteinen der jüngeren Gesteine vermengt worden sind.

Die optische Prüfung ergab als Auslöschungsschiefe für Platten nach *P*(001) von drei Krystallen 5°,4 (Grenzwerthe 3°,9—6°,8), für solche nach *M*(010) an der gleichen Anzahl im Mittel 7° (Grenzwerthe 5°—9°).

3. Plagioklas von Montagna grande.

Sein Muttergestein weist beide Modificationen der Grundmasse auf. Krystalle scheinen aber nur aus der krystallinen, mit derjenigen vom Mte. Gibele völlig identischen Gesteinsvarietät herausgewittert zu sein, und solche gleichen in ihrem ganzen Habitus den Feldspäthen des letzteren Fundortes.

Dieser Plagioklas ist, wie oben bemerkt, von Abich analysirt worden, und hat demzufolge nachstehende Zusammensetzung:

*) Neues Jahrb. 1881, 1, 204, 205.

			O-Verh.
SiO_2	68,23	O = 36,38	11,93
Al_2O_3	18,30	8,54	2,80
Fe_2O_3	1,01	—	
CaO	1,26	0,36	
MgO	0,51	0,20	1
K_2O	2,53	0,43	
Na_2O	7,99	2,06	
	99,83		

Spec. Gewicht = 2,5950 (15° R.) nach Abich.

Dieselbe führt auf ein Molekularverhältniss von 1 $CaAl_2Si_2O_8$: 1,50 $KAlSi_3O_8$: 6,68 $NaAlSi_3O_8$ und 0,5 Interpositionen von der annähernden Zusammensetzung des Muttergesteins. Es bleibt alsdann noch der erhebliche Ueberschuss von 1 Mol. SiO_2, welcher, ausser durch einen Fehler in der Analyse, nicht wohl zu erklären ist. Uebrigens ist das Verhältniss vom Kali- zum Natronfeldspath, 1 : 4,45, beinahe identisch mit dem vom Gibele-Feldspath.

Diese Aehnlichkeit wurde auch durch eine optische Untersuchung bestätigt, welche mit Krystallen vom Gipfel*) der Montagna vorgenommen wurde. Sie ergab für:

1. Spaltungsplatten 001				2. Spaltungsplatten 010			
Grenzwerthe	Zahl der Beob.	Zahl der Krystalle	Mittel	Grenzwerthe	Zahl der Beob.	Zahl der Krystalle	Mittel
5°—6°,8	56	4	5°,7	4°,3—7°,3	36	7	6°

Die Feldspäthe dieses Gebirgscomplexes unterscheiden sich hingegen durch die Natur ihrer vorherrschenden Einschlüsse. Diejenigen aus krystalliner Gesteinsmasse führen als solche rostbraune Trübungen, welche in geschlängelten Linien netz- oder streifenförmig den Krystall, annähernd parallel seinen Begrenzungsrichtungen, durchziehen. Dieselben lösen sich bei stärkerer Vergrösserung zum Theil in ein kaum bestimmbares Gemenge spiessiger, wasserheller und kürzerer, undurchsichtiger Mikrolithe auf; zum Theil gehen sie unvermittelt in zierliche, zweigförmige, braune, durchsichtige Glasbestandtheile über. Ausserdem findet man auch bestimmbare Fetzen der Gesteinsgrundmasse eingeschlossen. In Krystallen der glasigen Andesitvarietät beobachtet man dieselben Mikrolithgemenge, jedoch frei

*) Wenn der specielle Fundort auch schwerlich identisch mit dem der analysirten Krystalle sein dürfte, so ergab doch die optische Prüfung verschiedener Vorkommen aus der Montagna so grosse Uebereinstimmung, dass ein solcher Vergleich statthaft erscheint.

von Glasmasse, und zu besonders zierlichen Gruppen vereinigt, in denen feine Magnetitoktaëderchen ein Skelett, in Folge von Parallelverwachsung, wie in manchen Basalten bilden.

4. Plagioklas von Vedinicolao.

In dem engen kleinen Hochthälchen, welches hinter dem nördlichsten der zwei Mte. Gibelè (nicht zu verwechseln mit Mte. Gibele) gegen die Montagna aufsteigt, finden sich ebenfalls recht wohlerhaltene Feldspäthe von der in Rede stehenden Art ausgewittert. Sie sind übrigens wenig glänzend, meistens ganz undurchsichtig, und von dunkelgrauer Farbe.

Eine optische Prüfung lieferte für die Auslöschungsschiefe gegen die Spaltungstracen an Platten nach *P*(001) von sieben Krystallen 4°,5 (Grenzwerthe 3°,5—6°), an solchen nach *M*(010) von sechs Krystallen 5°,4 (Grenzwerthe 4°,7—6°,7).

B. Plagioklas der Augit-Andesit-Lava (Gesteinsgruppe II. 4).

Das Muttergestein desselben umfasst das Stromgebiet der nach Süden steil abfallenden Gegenden Zichidì, Scauri basso und Scauri alto in einem Complex von 2¼ qkm bei circa 14 m Mächtigkeit. Seine chemische Zusammensetzung ist nach einem Muster von Porto Scauri folgende:

SiO_2	61,43
Al_2O_3	17,51
Fe_2O_3	5,11
FeO	2,30
CaO	2,45
MgO	0,54
K_2O	3,95
Na_2O	6,22
	99,51

Spec. Gewicht = 2,34 (nach der Thoulet'schen Methode).

Dies stark poröse, dunkelgrau bis schwarz gefärbte Gestein besteht aus grossen Feldspathkrystallen, sehr wenig gründurchsichtigem Augit und einer meistens glasfreien Grundmasse, welche eine dichte Verfilzung von winzigen Feldspathmikrolithen, Magnetit und reichlich eisenhaltigen Zersetzungproducten darstellt.

Die Feldspathkrystalle sind viel kleiner aber bedeutend glänzender und schärfer ausgebildet, als die vom alten Andesitgebirge. Sie tragen bereits den Habitus der jüngeren Plagioklase an sich. Anstatt nach der Axe *c* verlängert und mit grossen Flächen *P* und *y* versehen zu sein, zeigen sie vielmehr eine grössere Ausdehnung der Flächen *M*, *n* und *e*; daneben

werden hier zum ersten Male die Flächen $o(\bar{1}\bar{1}1)$ und $v(1\bar{1}1)$ beobachtet. Neben mehr tafelförmigen begegnet man zuweilen auch den nach *b* verlängerten, rectangulären Formen. Die Krystalle kommen nicht selten einfach vor; meistens jedoch als Karlsbader Zwillinge. Das bei dem vorigen so häufige Bavenoer Gesetz wurde gar nicht, hingegen als Seltenheit wohl das Manebacher beobachtet; letzteres in der Ausbildung, wie sie den folgenden Feldspäthen eigenthümlich ist.

Das Mineral findet sich im Gesteinsschutt der Weinberge jener cultivirten Gebiete, sowie an der Steilküste unter S. Gaetano. Ein Beispiel des ersteren Vorkommens ist

5. Plagioklas von R. Zichidi (Casa Modica über S. Gaetano).

Die Krystalle, im Mittel 0,8 cm gross und vollkommen glänzend, sind nur selten ganz wasserhell, gewöhnlich aber so voll von Einschlüssen, dass sie entweder ganz undurchsichtig, schwarz resp. hell braunroth aussehen, oder zum Theil aus wasserhellen, im Uebrigen aus undurchsichtigen Partien bestehen. Man findet sehr oft Exemplare, bei denen die spiegelnde Feldspathsubstanz anscheinend nur einen Ueberzug über eine poröse schwarze Schlacke zu bilden scheint.

Die Analyse beinahe ungetrübter Bestandtheile einer grösseren Zahl Krystalle ergab:

			O-Verh.
SiO_2	64,81	$O = 34.56$	11,15
Al_2O_3	20,65	9,60	3,09
Fe_2O_3	0.95	—	
CaO	2,01	0,57	
MgO	0,09	0.04	1
K_2O	3,84	0.65	
Na_2O	7,13	1,84	
	99,48		

Spec. Gewicht = 2,575—2,593.

Demnach besteht dieser Feldspath aus 1 Mol. $CaAl_2Si_2O_8$: 2,12 Mol. $KAlSi_3O_8$: 6,04 Mol. $NaAlSi_3O_8$, und zwar kommen auf 1 Mol. der Verbindung $KAlSi_3O_8$ 2,84 Mol. $NaAlSi_3O_8$.

Nur wenige Krystalle eigneten sich, wegen der meistens ungenügenden Lamellenbreite, zu Messungen. Von solchen wurden die folgenden Winkel erhalten:

Flächen:	Beob.:	Zahl der gem. Kanten:	Grenzwerthe:	Berechnet
$(110):(010)$ =	*59° 27′	4	59° 9′—59° 45′	—
$(1\bar{1}0):(0\bar{1}0)$	*61 6	6	60 30—61 49	—
$(001):(010)$	*87 48	9	87 22—88 38	—
$(0\bar{1}2):(0\bar{1}0)$	*45 49	4	45 18—45 59	—
$(001):(110)$	*67 0	5	66 36—66 59	—
$(001):(1\bar{1}0)$	69 2	6	68 45—69 31	68° 57′
$(110):(1\bar{1}0)$	59 32	6	59 29—59 38	59 27
$(130):(010)$	29 36	3	29 14—29 53	29 29
$(1\bar{3}0):(0\bar{1}0)$	30 35	3	30 12—30 53	30 40
$(0\bar{1}2):(001)$	46 3	4	45 53—46 26	46 23
$(012):(001)$	43 53	5	43 22—44 34	44 40
$(012):(010)$	44 0	4	43 52—44 8	43 8
$(110):(012)$	51 13	5	50 40—51 50	51 21
$(1\bar{1}0):(0\bar{1}2)$	52 54	5	52 9—53 24	52 55
$(012):(\bar{2}01)$	84 36	4	84 4—85 21	84 38
$(0\bar{1}2):(\bar{2}01)$	83 49	3	83 12—84 42	83 43
$(012):(\bar{1}11)$	43 40	5	43 23—43 57	43 38
$(0\bar{1}2):(\bar{1}\bar{1}1)$	45 23	3	45 9—45 30	44 45
$(\bar{1}11):(\bar{2}01)$	40 16	4	40 1—40 43	41 0
$(\bar{1}\bar{1}1):(\bar{2}01)$	38 40	4	38 29—39 4	38 58
$(001):(\bar{2}01)$	81 33	4	81 24—81 40	81 41
$(\bar{2}01):(0\bar{1}0)$	89 0	3	88 40—88 54	89 33
$(\bar{2}01):(\bar{1}\bar{1}0)$	43 17	3	43 3—43 28	43 20
$(\bar{2}01):(\bar{1}10)$	44 45	3	44 29—44 57	43 44

Aus den entsprechenden Fundamentalwinkeln * erhält man folgendes Axenverhältniss:

$$a : b : c = 0,6329 : 1 : 0,5612$$
$$\alpha = 92^0\ 3'$$
$$\beta = 115\ 32$$
$$\gamma = 90\ 8$$

Die Lamellenbreite der Krystalle schwankt zwischen 0,0003 mm und 0,12 mm; die meisten bestehen aber ganz aus nahezu submikroskopischen Lamellen. Dies ist der Grund zu den diesem Feldspathe eigenen vollkommenen Interferenzerscheinungen, welche oben in einem Beispiele erörtert wurden. Dieselben bekunden sich auch dem unbewaffneten Auge an sehr vielen Krystallen durch eine Farbenzerstreuung des von der Basis reflectirten Lichtes, wodurch eine farbige, parallel zur Kante *M* : *P* orientirte Streifung der letzteren wahrnehmbar wird. Die genannte Fläche, seltener auch die Flächen *n* und *e*, zeigen daneben häufig Perlmutterglanz.

Die Periklinlamellen auf $M(010)$ sind nicht so deutlich als bei dem vorigen, liessen sich aber mit Sicherheit zu 5° Schiefe gegen die Spaltungstrace bestimmen. Berechnet wurde für die letztere 3° 28′ aus dem Axenverhältniss. In Schnitten normal zu beiden Spaltungsrichtungen konnte feine Gitterstreifung wahrgenommen werden.

Für die Auslöschungsschiefe zu den Spaltungsrichtungen wurden folgende Werthe bestimmt, in:

1. Spaltungsplatten 001				2. Spaltungsplatten 010				3. geschliffene Platte 89° 5′ : 001; 87° 15′ : 010			
Grenzwerthe	Zahl der Beob.	Zahl der Kryst.	Mittel	Grenzwerthe	Zahl der Beob.	Zahl der Kryst.	Mittel	Grenzwerthe	Zahl der Beob.	Zahl der Kryst.	Mittel
2°—5°,4	136	7	3°,6	5°,6–7°,9	128	7	7°,4	—	56	1	5°,2

Die eingehendere Prüfung eines einzelnen Individuums führte zu folgenden Resultaten: Dasselbe zeigte in Platten nach 001 eine Auslöschungsschiefe von 3°,8, in einer solchen nach 010 6°,5, von den resp. Spaltungstracen. Die Untersuchung einer annähernd senkrecht zur ersten Bisectrix geschliffenen Platte von demselben Krystall ergab die in der Rubrik 3. aufgeführten Werthe.

Aus dieser künstlichen und einer Spaltungsplatte nach $M(010)$ wurden folgende Axenwinkel im convergenten polarisirten Lichte erhalten:

		$2E$	$2H_a$	$2H_o$
für rothes Licht (Li)	=	85° 16′	54° 1′	131° 22′
für gelbes Licht (Na)	=	83 48	52 57	132 42
für grünes Licht (Tl)	=	82 28	51 34	133 1

Aus denselben berechnet man den Winkel $2V_a$ der optischen Axen für:

Li zu 52° 58′
Na zu 51 54
Tl zu 50 46

und den mittleren Brechungsexponenten β für

Li zu 1,5188
Na zu 1,5262
Tl zu 1,5375.

Die Lage der ersten Bisectrix wurde zu 6° 16′ gegen $P(001)$ und 1° 22′ gegen $M(010)$ bestimmt. Die Neigung der Ebene der optischen Axen gegen $P(001)$ beträgt ungefähr 3° in einer zur genannten Mittellinie normalen Ebene.

Ein Vergleich der obigen chemischen Resultate aus diesem Feldspathe mit denen vom Plagioklas von Mte. Gibele lehrt in Bezug auf den grösseren

Kaligehalt des ersteren einen wesentlichen Unterschied kennen. Derselbe zeigt gewissermassen den Uebergang zu der folgenden Gruppe an.

C. Plagioklas der Pantelleritlaven.

Die Grundmasse des Muttergesteins kommt sowohl krystallinisch als auch glasig oder schlierenförmig in diesen beiden Modificationen vor. Die ältesten und jüngsten Ströme gehören aber vorzugsweise der ersteren Ausbildungsart an. Sein Verbreitungsgebiet umfasst etwa 60 qkm, d. i. beinahe $^3/_4$ der Insel. Es bildet bis zu 70 m mächtige Bänke (über Piano di Ghirlanda), und an 270 m hohe Aufschüttungskrater (Cuddia Attalora). Bei aller petrographischen Verschiedenheit der Grundmasse bleibt für dieses Gestein der Gehalt an Einsprenglingen von Cossyrit, neben gründurchsichtigem Augit und dem ihm eigenthümlichen Feldspath, charakteristisch.

Der letztere unterscheidet sich, ebenso wie sein Muttergestein vom alten Andesit, zunächst durch seinen grösseren SiO_2-Gehalt von den älteren Plagioklasen der Insel. Ein anderes chemisches Unterscheidungsmerkmal ist der geringere Kalk- und bedeutendere Kaligehalt. Die Grösse der Krystalle beträgt im Mittel etwa 0,6 cm. Ihre Ausbildungsart gleicht im Allgemeinen derjenigen normaler eingewachsener Feldspäthe. Demgemäss ist die dicktafelförmige Gestalt durch Ausdehnung nach *M*(010) die gemeinste. Rectanguläre Formen durch Verlängerung nach der Axe *b* sind viel seltener. Charakteristisch für diesen Plagioklas ist aber, dass an tafelförmigen Individuen die Flächen *n*($0\bar{2}1$) und *e*(021) (bis 0,25 cm breit) bedeutend vor der Fläche *P*(001) zu überwiegen pflegen; die letztere fehlt nicht selten ganz. Bei den rectangulär ausgebildeten Krystallen ist dieses Verhältniss hingegen gerade umgekehrt. Die Tetartopyramiden *o*($\bar{1}\bar{1}1$) und *p*($1\bar{1}1$) treten meistens recht stark entwickelt auf. Die Flächen *T*($1\bar{1}0$), *l*(110) und *y*(201) stehen im Gleichgewicht. Die Prismen *z*($1\bar{3}0$) und *f*(130) wurden nur in wenigen Fällen untergeordnet beobachtet.

Einzelne Krystalle sind recht selten. Das Karlsbader Gesetz ist auch bei diesem Feldspath vorherrschend, und die Zwillinge nach demselben zeigen sich in der Regel wie sie Fig. 9, Taf. IV in einem, im Original 0,5 cm grossen, völlig wasserhellen Exemplare von Khania abgebildet wurde. An demselben fehlt die Basis gänzlich, wohingegen die Tetartopyramiden sehr stark ausgebildet sind. Daneben kommen ungefähr 3 % Zwillinge nach dem Manebacher Gesetz vor. Dieselben sind stets rectangulär säulenförmig durch Vorherrschen von *M*(010) und *P*(001), und, mit zwei Ausnahmen, nur an einem Ende ausgebildet. Dasselbe zeigt aber — anders als bei den alten Plagioklasen — gewöhnlich die Form, welche die vordere Seite des im Original 0,6 cm langen Exemplars von R. Khagiar,

Fig. 10 Taf. IV, darstellt; d. h. vorwiegende Begrenzung durch die Flächen $y(\bar{2}01)$, und untergeordnet durch $o(\bar{1}\bar{1}1)$ und $v(1\bar{1}1)$. Sehr selten ist eine Endigung mit den Flächen $T(1\bar{1}0)$ und $l(110)$, wie sie bei ihrem Vorkommen beschrieben werden soll. Ebenso selten sind Zwillinge nach dem Bavenoer Gesetze, welches nur an zwei Exemplaren von R. Rakhalè nachgewiesen wurde.

Lamellen nach dem Periklingesetze konnten nur in den kalkreicheren Varietäten als deutliche Gitterbildung im polarisirten Lichte an Normalschnitten zu den beiden Spaltungsrichtungen unterschieden worden. Im Uebrigen musste sich ihre Bestimmung auf den Nachweis der feinen Risse beschränken, welche man an Spaltungsplatten nach *M* wahrnimmt, und deren Ursprung, ihrer übereinstimmenden Lage nach, nur auf Spaltung von Lamellen dieser Art zurückzuführen ist. Ihre Abweichung von der Trace 001 in Platten nach 010 beträgt etwas mehr als bei den alten Plagioklasen, nämlich 4°—6°, findet aber in demselben Sinne wie bei jenen statt.

Die Spaltung nach *M* dieser Krystalle ist recht vollkommen und wenig verschieden von der nach *P*.

Dieser Feldspath zeichnet sich überall da, wo er aus krystalliner Gesteinsmasse stammt, durch sehr lebhaften Glasglanz, scharfe Begrenzung (des Schein-Orthoklaskrystalls), sowie durch viel grössere Reinheit der Substanz, als bei den älteren Plagioklasen gefunden wurde, aus; wiewohl in letzterer Beziehung nach den einzelnen Fundorten erhebliche Schwankungen vorkommen.

Die Interpositionen sind in allen diesen Feldspäthen vorwiegend von glasiger Beschaffenheit, und zeigen oft sehr unregelmässige Gestaltung. Von Bestandtheilen der Grundmasse werden in geringer Menge Einschlüsse von Cossyrit und Augit (Feldspäthe der Gläser) bemerkt. Beinahe niemals fehlen stabförmige wasserhelle und dabei gegliederte Mikrolithe.

Die ausgewitterten Krystalle stammen beinahe alle aus krystalliner Gesteinsmasse, da die Gläser der Insel, welche zwar ebenso reich an Feldspath sind, der Verwitterung einen ausserordentlich grossen Widerstand leisten.

Wir beginnen mit den ältesten dieser Gruppen:

a. Plagioklas aus den alten, vorwiegend krystallinen Panteller iten.

6. Plagioklas von Khania (über Li Duci).

Sein Muttergestein gehört dem beinahe 7 qkm grossen Stromcomplexe an, welcher die steile östliche Abdachung der Insel bildet. Es hat nach einem glasigen Muster folgende Zusammensetzung:

SiO_2	68,33
$\ddot{A}l_2O_3$	10,94
Fe_2O_3	3,74
FeO	5,41
CaO	1,36
MgO	0,16
K_2O	4,08
Na_2O	7,09
CuO	0,25
	101,36

Spec. Gewicht = 2,48 (nach der Thoulet'schen Methode).

Die Grundmasse ist entweder Mikrolithen-führendes, grün durchsichtiges Glas; oder ein dichtes Gewebe winziger Feldspath- und Augitnädelchen.

Feldspathkrystalle dieses Gesteins, welche von besonderer Schönheit und Grösse (bis zu 1,3 cm) sind, findet man auf sandigen Stellen jener uncultivirten Waldgegend mit feinen Obsidiantrümmern gemengt. Sie kommen dort in sehr wechselndem Grade der Reinheit und Farbe vor. Völlig wasserhelle Exemplare beobachtet man neben solchen vom tiefsten Schwarz, deren Glasglanz denselben Grad der Vollkommenheit besitzt. Eine Mittelstufe zwischen diesen beiden Extremen bilden unvollkommen durchsichtige, braunroth gefärbte Individuen. Eine Anzahl beinahe völlig reiner Krystallbestandtheile diente zu der folgenden Analyse:

			O-Verh.
SiO_2	66,67	O = 35,56	11,97
Al_2O_3	19,74	9,21	3,10
Fe_2O_3	0,56	—	
CaO	1,37	0,39	1
MgO	0,13	0,05	
K_2O	4,34	0,74	
Na_2O	6,93	1,79	
	99,74		

Spec. Gewicht = 2,583—2,601.

Diese Zusammensetzung führt auf das Verhältniss von 1 Mol. $CaAlSi_2O_8$: 3,34 Mol. $KAlSi_3O_8$: 8,10 Mol. $NaAlSi_3O_8$ und 1,1 fremde Einschlüsse. Der Feldspath enthält auf 1 Mol. der Verbindung $KAlSi_3O_8$, 2,43 Mol. $NaAlSi_3O_8$, und ist demnach noch 2½ Mal so reich an Kalisilicat als der Plagioklas des alten Andesits.

Es fanden sich verhältnissmässig leicht zu Messungen passende Krystalle, an denen folgende Winkel erhalten wurden:

Flächen:	Beob.:	Zahl der gem. Kanten:	Grenzwerthe:	Berechnet:
$(110):(010) =$	*59° 20′	10	58° 25′—59° 54′	—
$(1\bar{1}0):(0\bar{1}0)$	*60 46	13	60 1 —61 25	—
$(001):(010)$	*88 10	14	87 40 —88 50	—
$(0\bar{1}2):(0\bar{1}0)$	*45 51	8	45 26 —46 4	—
$(001):(110)$	*66 24	6	66 5 —66 41	—
$(001):(1\bar{1}0)$	68 9	4	67 5 —69 2	68° 3′
$(110):(1\bar{1}0)$	59 26	5	59 14 —59 45	59 54
$(130):(010)$	29 42	4	29 33 —29 59	29 56
$(1\bar{3}0):(0\bar{1}0)$	30 38	3	30 6 —31 3	30 17
$(0\bar{1}2):(001)$	45 21	3	45 11 —45 58	45 59
$(012):(001)$	43 42	4	43 18 —44 22	44 5
$(012):(010)$	44 4	5	43 18 —44 24	44 5
$(110):(012)$	50 53	6	50 15 —50 54	50 39
$(1\bar{1}0):(0\bar{1}2)$	51 56	4	51 33 —52 26	51 42
$(012):(\bar{2}01)$	85 18	3	85 7 —85 36	84 31
$(0\bar{1}2):(\bar{2}01)$	83 52	3	83 30 —84 14	84 14
$(012):(\bar{1}11)$	44 0	1	—	44 23
$(0\bar{1}2):(\bar{1}\bar{1}1)$	44 48	2	44 43 —44 53	45 14
$(\bar{1}11):(\bar{2}01)$	40 35	2	40 18 —40 52	40 8
$(\bar{1}\bar{1}1):(\bar{2}01)$	33 37	2	38 18 —38 56	39 0
$(001):(\bar{2}01)$	82 44	1	—	82 1
$(\bar{2}01):(0\bar{1}0)$	89 33	3	89 8 —89 54	89 37
$(\bar{2}01):(\bar{1}\bar{1}0)$	44 27	4	44 4 —45 0	44 40
$(\bar{2}01):(\bar{1}10)$	44 4	5	43 9 —44 46	44 24

Aus den entsprechenden Fundamentalwinkeln * erhält man folgendes Axenverhältniss:

$$a : b : c = 0{,}6449 : 1 : 0{,}5609$$
$$\alpha = 91^\circ\, 42'$$
$$\beta = 116\ \ 32$$
$$\gamma = 90\ \ 8.$$

Ausser dem weiter oben besprochenen Karlsbader Zwilling, Fig. 9, fanden sich in Khania auch Penetrationszwillinge nach demselben Gesetze, in der Gestalt, wie Fig. 11 von einem, im Original 0,9 cm grossen Krystall sie zeigt. In demselben ragt das Individuum II an Stelle der fehlenden Basis des Individuums I, zwischen den breiten Flächen n und e des letzteren, hervor. Ferner kommen neben der gewöhnlichen Ausbildung des Manebacher Gesetzes noch besonders flächenreiche Krystalle nach demselben vor. Ein solcher, Fig. 12, Taf. IV abgebildet, zeigt die nur von einem Exemplar bekannte beiderseitige Ausbildung der Enden, und dabei

beobachtete man an einem der Individuen, ausser den gewöhnlichen Flächen $y(\bar{2}01)$, $o(\bar{1}\bar{1}1)$, $v(1\bar{1}1)$, auch noch das Prisma $f(\bar{1}30)$ vorherrschend, sowie $(\bar{1}\bar{1}0)$, welche beide eine Lamelle nach M des Krystalls in Gegenstellung begrenzen, die über die Zwillingsnaht hinaus den Krystall der Hauptstellung theilweise bedeckt (die Zwillingsgrenze ist im Innern des Krystalls durch eine gestricheltpunktirte Linie markirt). Ein anderer Manebacher Zwilling, Fig. 13, Taf. IV, zeigt nur eine vorherrschende Fläche $y(\bar{2}01)$, und würde einem tetragonalen Krystall ähnlich sehen, wenn nicht das andere Individuum durch Eintreten der Flächen $T(\bar{1}\bar{1}0)$ und $l(\bar{1}10)$ diese Scheinsymmetrie wieder aufhöbe.

Die Lamellenbreite der Krystalle wurde zu 0,0005 mm bis 0,01 mm bestimmt.

Die Zwillingsstreifung nach dem Periklingesetze auf $M(010)$ schneidet die Spaltung von $P(001)$ unter Winkeln von $3\frac{1}{2}^0$—$4\frac{1}{2}^0$; steiler als letztere Fläche. Eine Berechnung für die Lage des rhombischen Schnittes aus dem obigen Axenverhältniss liefert für dieselbe Abweichung 4^0 9′. Ein Krystall wurde in dieser Richtung auch goniometrisch geprüft. Seine Albitlamellen bilden einspringende Winkel von 3^0 2′ auf $P(001)$, die Periklinlamellen solche von 3^0 18′ auf $M(010)$ des Scheinkrystalls. Mit Hülfe der erwähnten Websky'schen Methode berechnet man 4^0 29′ für die Neigung der Lamellen gegen die Trace von $P(001)$. Nach einer mikroskopischen Bestimmung wurde für dieselbe Abweichung 4^0 30′ gefunden.

Für die Auslöschungsschiefe fanden sich folgende Werthe in:

1. Spaltungsplatten 001				2. Spaltungsplatten 010				3. geschliffene Platte 86⁰ 27′ : 001; 86⁰ 42′ : 010			
Grenzwerthe	Zahl der Beob.	Zahl der Kryst.	Mittel	Grenzwerthe	Zahl der Beob.	Zahl der Kryst.	Mittel	Grenzwerthe	Zahl der Beob.	Zahl der Kryst.	Mittel
4^0—$5\overset{\circ}{,}6$	120	7	$4\overset{\circ}{,}6$	5^0—$7\overset{\circ}{,}6$	70	7	$6\overset{\circ}{,}5$	—	20	1	$6\overset{\circ}{,}8$

Die genauere optische Prüfung eines einzelnen Individuums lieferte folgende Resultate: Dasselbe zeigt in Platten nach 001 eine Auslöschung von $5\overset{\circ}{,}6$, in solchen nach 010 $7\overset{\circ}{,}6$. Ferner wurde die in der Rubrik 3. mitgetheilte Untersuchung an diesem Krystall vorgenommen. Die dort erwähnte künstliche Platte und eine Spaltungsplatte nach 010 ergaben für die Beobachtung im convergenten polarisirten Lichte folgende Werthe:

	$2E$	$2H_a$	$2H_o$
für rothes Licht (Li)	$= 79^0$ 6′	51^0 22′	140^0 43′
für gelbes Licht (Na)	$= 77$ 44	50 14	141 48
für grünes Licht (Tl)	$= 76$ 47	48 51	143 0

Daraus folgt der wahre Axenwinkel $2V_a$ für:

Li zu 49° 24′
Na zu 48 22
Tl zu 47 6

und der mittlere Brechungsexponent β für

Li zu 1,5237
Na zu 1,5317
Tl zu 1,5541.

Die Schiefe der ersten Mittellinie beträgt gegen *P*(001) 7° 1′, gegen *M*(010) 5° 54′. Die Ebene der optischen Axen neigt 4° 15′ gegen die erstere Fläche nach einer Berechnung, und 4° 31′ zufolge directer Bestimmung an einer circa 87° schief gegen die erste Bisectrix geschliffenen Platte.

Dieser Feldspath ist in vielen Exemplaren sehr reich an besonders unregelmässig gestalteten Glaseinschlüssen, welche in Dünnschliffen mit ledergelb bis olivengrüner Farbe durchsichtig sind. Solche unregelmässig zerklüftete Glasfetzen, welche gleichwohl in ihrer ganzen Anordnung eine gewisse Orientirung zu den Spaltungsrichtungen erkennen lassen, erinnern in solchen normal zu den letzteren geführten Schnitten ihrer äusseren Form nach stark an hebräische Schriftzeichen.

7. Plagioklas von Khagiar (östl. Abhang von Cuddia nera).

Dieser Feldspath entstammt dem kleinen Stromzipfel von vorzugsweise krystallinem Pantellerit, welcher, zwischen den aufliegenden Basalten von Cuddia nera und dem Glasstrom Khagiar etc. eingeschlossen, an die Nordküste angrenzt. Das Muttergestein ist identisch und zusammenhängend mit dem des grossen Gebietes von Khartibugal etc. (circa 3 qkm) und hat nach zwei Mustern von dort folgende Zusammensetzung:

	Krystallinisch:	Glasig:
SiO_2	70,30	69,61
Al_2O_3	6,32	8,02
Fe_2O_3	9,23	7,17
FeO	1,40	2,83
CaO	0,84	0,88
MgO	0,89	0,65
K_2O	2,50	2,88
Na_2O	7,70	7,47
aqua	0,82	0,74
	100,00	100,25

Spec. Gewicht = 2,69 (kryst.) — 2,44 (glas.) (m. d. Pyknometer best.).

Die krystalline Probe hat im Handstücke hellgrüne Farbe und besteht in der Grundmasse aus Feldspath- und Augitmikrolithen.

Die aus derselben stammenden Plagioklaseinsprenglinge sind zum Theil ganz wasserhell und bis zu 0,7 cm gross. Sie haben folgende chemische Constitution:

			O-Verh.
SiO_2	66,34	O = 35,38	10,88
Al_2O_3	19,05	8,89	2,74
Fe_2O_3	0,96	—	
CaO	1,08	0,31	
MgO	0,04	0,02	1
K_2O	4,96	0,84	
Na_2O	8,07	2,08	
	100,50		

Spec. Gewicht = 2,563—2,584.

Sie bestehen demnach aus 1 Mol. $CaAl_2Si_2O_8$: 5,24 Mol. $KAlSi_3O_8$: 11,26 Mol. $NaAlSi_3O_8$, und 1, 2 fremden Einschlüssen, d. h. auf 1 Mol. der Verbindung $KAlSiO_8$ kommen 2,15 Mol. $NaAlSi_3O_8$.

Die Krystalle eignen sich wegen ihres vorzüglichen Glasglanzes und der genügenden Lamellenbreite in manchen Exemplaren ganz gut zu Messungen, welche folgende Resultate ergaben:

Flächen:	Beob.:	Zahl der gem. Kanten:	Grenzwerthe:	Berechnet:
$(110):(010)$ =	*59° 19′	2	59° 15′—59° 24′	—
$(1\bar{1}0):(0\bar{1}0)$	*60 54	2	60 53 —60 55	—
$(001):(010)$	*88 4	16	87 18 —88 43	—
$(0\bar{1}2):(0\bar{1}0)$	*45 48	3	45 30 —46 7	—
$(001):(110)$	*66 44	4	65 57 —67 12	—
$(001):(1\bar{1}0)$	68 38	3	68 31 —68 46	68° 30′
$(110):(1\bar{1}0)$	59 42	9	59 21 —59 49	59 47
$(0\bar{1}2):(001)$	46 10	2	45 50 —46 30	46 8
$(012):(001)$	44 30	2	44 17 —44 42	44 7
$(012):(010)$	44 11	2	43 34 —44 48	43 57
$(0\bar{1}2):(1\bar{1}0)$	50 52	4	50 41 —51 49	51 0
$(001):(\bar{2}01)$	81 16	2	81 15 —81 18	81 35
$(\bar{2}01):(\bar{1}\bar{1}0)$	44 13	8	43 23 —44 45	44 11
$(0\bar{1}2):(\bar{1}\bar{1}1)$	45 35	6	45 19 —45 52	45 7
$(\bar{1}11):(\bar{2}01)$	39 18	5	39 1 —39 48	40 0
$(\bar{1}\bar{1}1):(\bar{2}01)$	38 25	6	38 6 —38 48	38 49
$(\bar{2}01):(0\bar{1}0)$	89 33	4	87 5 —90 0	89 30
$(\bar{2}01):(\bar{1}10)$	44 44	5	44 27 —45 30	44 17

Die Axenelemente für obige Fundamentalwinkel lauten:

$$a : b : c = 0{,}6388 : 1 : 0{,}5574$$
$$\alpha = 91^\circ 22'$$
$$\beta = 116\ \ 4$$
$$\gamma = 90\ \ 13$$

Unter diesen Feldspäthen fanden sich einige besonders schöne Zwillinge nach dem Manebacher Gesetz in beinahe ganz ungetrübten spiegelnden Krystallen, von denen einer Fig. 10, Taf. IV abgebildet und weiter oben als Typus für alle diese Vorkommen beschrieben worden ist. Bei einem anderen Zwilling nach demselben Gesetz fehlt die eine Fläche $y(\bar{2}01)$ ganz; derselbe erinnert an eine einfache tetragonale Combination mit basischer Abstumpfung, ähnlich wie sie schon an einem Krystall von Khania beobachtet wurde.

Die Lamellen fanden sich 0,0005 mm bis 0,025 mm breit.

Diejenigen vom Periklingesetz sind nicht sehr stark entwickelt. Sie schneiden auf $M(010)$ die Trace von 001 unter Winkeln von 4°—$6\frac{1}{2}^\circ$. Durch Berechnung der Lage des rhombischen Schnittes erhält man, beinahe übereinstimmend mit dem letzteren Werthe, $6^\circ\ 24'$ für diese Abweichung.

Die optische Prüfung führte zu folgenden Resultaten für die Schiefe der Auslöschungsrichtung. Dieselbe beträgt in:

1. Spaltungsplatten 001				2. Spaltungsplatten 010				3. geschliffene Platte 77° 18′ : 001; 89°,8 : 010			
Grenzwerthe	Zahl der Beob.	Zahl der Kryst.	Mittel	Grenzwerthe	Zahl der Beob.	Zahl der Kryst.	Mittel	Grenzwerthe	Zahl der Beob.	Zahl der Kryst.	Mittel
3°,4—5°,4	84	5	4°,3	4°,5-9°,7	62	6	6°,9	—	20	1	4°,2

Die optische Prüfung eines einzelnen Individuums lieferte ferner folgende Werthe. Seine Auslöschungsschiefe erweist sich in Platten nach $P(001)$: $4{,}1^\circ$, und in solchen nach $M(010)$: $6{,}2^\circ$ gross. Von demselben Exemplar stammt ferner die Untersuchung, welche in Rubrik 3. oben mitgetheilt worden ist. An der dort erwähnten Platte und einer solchen nach $M(010)$ wurden folgende Winkel für die optischen Axen bestimmt:

	$2E$	$2H_a$	$2H_o$
für rothes Licht (Li)	= 72° 44′	46° 12′	151° 33′
für gelbes Licht (Na)	= 71 40	45 34	152 33
für grünes Licht (Tl)	= 70 38	44 53	154 15

Aus diesen Werthen wird der wahre Winkel $2V_a$ berechnet für:

Li zu 44° 4′
Na zu 43 28
Tl zu 42 44

und es folgt daraus der mittlere Brechungsexponent β für

Li zu 1,5805
Na zu 1,5810
Tl zu 1,5867.

Die erste Bisectrix neigt 7° 58′ gegen P(001), und 1° 43′ gegen M(010). Die Schiefe der Axenebene gegen die erstere Fläche beträgt circa 3° in einer Ebene normal zur genannten Mittellinie.

Als Interpositionen führen viele dieser Krystalle Glaseinschlüsse von der Art und Form, wie sie beim Feldspath von Mte. Gibele beobachtet wurden. Mitunter findet man auch makroskopisch an grösstentheils wasserhellen Exemplaren eine prächtige Zonarstructur, welche durch die ersteren verursacht wird.

8. Plagioklas von Rakhalè (an der Grenze von Benimingallo, zwischen Casa La Croce und Casa Bonomo).

Dieser Feldspath stammt aus den im äussersten S.O. der Insel circa 4,5 qkm weit verbreiteten Laven der Cuddia Attalora, des grössten unter den noch erhaltenen Pantelleritvulkanen. Sein Muttergestein, für welches 70,3 % SiO_2 bestimmt wurde, ist beinahe überall krystallin; sehr porös, von graugrünlicher bis gelblicher Farbe, und besteht in der Grundmasse aus Feldspath und Augitmikrolithen.

Die bis 0,8 cm grossen Feldspatheinsprenglinge zeigen vortrefflichen Glasglanz, sind aber selten wasserhell, sondern in der Regel durch rothbraune Einlagerungen getrübt.

Die Zusammensetzung beinahe reiner Krystalle zeigt die folgende Analyse:

		O-Verh.	
SiO_2	66,20	O = 35,31	12,13
Al_2O_3	19,86	9,27	3,18
Fe_2O_3	1,03	—	
CaO	0,80	0,23	1
MgO	0,17	0,07	
K_2O	4,10	0,69	
Na_2O	7,45	1,92	
	99,61		

Spec. Gewicht = 2,537—2,594.

Dieselbe entspricht einem Molekularverhältniss von 1 Mol. $CaAl_2Si_2O_8$: 4,84 Mol. $KAlSi_3O_8$: 13,34 Mol. $NaAlSi_3O_8$ nebst 1,4 fremden Interpositionen. Man findet demnach in der Feldspathverbindung 1 Mol. der Verbindung $KAlSi_3O_8$ auf 2,75 Mol. des entsprechenden Silicats $NaAlSi_3O_8$.

An einigen Krystallen konnten folgende Winkel gemessen werden:

Flächen:	Beob.:	Zahl der gem. Kanten:	Grenzwerthe:	Berechnet:
(110):(010)	= *59°35′	3	59° 4′—60°11′	—
(1$\bar{1}$0):(0$\bar{1}$0)	*60 38	6	60 18 —60 54	—
(001):(010)	*88 30	5	88 17 —89 15	—
(0$\bar{1}$2):(0$\bar{1}$0)	*45 57	3	45 23 —46 31	—
(001):(110)	*66 10	6	65 34 —66 52	—
(001):(1$\bar{1}$0)	67 46	4	67 5 —68 23	67°37′
(110):(1$\bar{1}$0)	59 40	9	59 9 —60 12	59 47
(0$\bar{1}$2):(001)	45 19	5	44 52 —45 33	45 33
(012):(001)	43 53	5	43 42 —44 14	44 7
(0$\bar{1}$2):(1$\bar{1}$0)	51 29	5	50 52 —51 43	51 20
(001):($\bar{2}$01)	80 59	4	80 54 —81 3	81 3
(0$\bar{1}$2):($\bar{1}\bar{1}$1)	45 10	9	44 11 —45 43	44 56
($\bar{2}$01):($\bar{1}\bar{1}$1)	38 50	6	38 25 —39 10	39 14
($\bar{1}$11):($\bar{2}$01)	39 43	7	38 50 —40 26	40 18
($\bar{2}$01):(0$\bar{1}$0)	89 15	4	87 8 —89 24	89 47
($\bar{2}$01):($\bar{1}\bar{1}$0)	45 4	7	44 11 —45 36	44 49
($\bar{2}$01):($\bar{1}$10)	44 18	6	43 55 —44 57	44 29

Das auf die oben bezeichneten Fundamentalwinkel begründete Axenverhältniss lautet:

$$a : b : c = 0,6443 : 1 : 0,5574$$
$$\alpha = 91^\circ 20'$$
$$\beta = 116\ 56$$
$$\gamma = 90\ 1$$

In diesen Axenelementen dürfte der Winkel γ um etwa 0° 12′ zu klein gefunden sein, wie ein Vergleich mit der Lage der Periklinlamellen auf M(010) wenigstens sehr nahe legt.

Unter den Krystallen fanden sich einige sehr interessante Zwillinge. Der seltenste ist ein solcher nach dem Bavenoer Gesetze, welches unter den jüngeren Feldspäthen nur an diesem Vorkommen in zwei Fällen beobachtet wurde. Der 0,6 cm grosse spiegelnde und wasserhelle Krystall trägt ganz den Habitus der bekannten Exemplare von Baveno, wie man aus der Abbildung Fig. 14, Taf. IV leicht erkennt. Ein sehr regelmässiger, 0,7 cm langer, ebenfalls glänzender, aber durch braune Einlagerungen getrübter Krystall, Fig. 15, zeigt eine Combination desselben Gesetzes mit dem Manebacher, welches in der Ausbildung vorherrscht. Der Krystall, welcher ausnahmsweise an der Endigung die stark entwickelten Flächen T(1$\bar{1}$0), l(110), z(1$\bar{3}$0) und f(130) aufweist, wobei y(20$\bar{1}$) nur ganz untergeordnet erscheint, erinnert ganz an eine tetragonale Gestalt, wie z. B. vom gewöhnlichen Cey-

loner Zirkon (Hyacinth). Das Bavenoer Gesetz findet sich an diesem Exemplar nur durch Einschaltung einer Lamelle, welche in der Fläche $1\bar{1}0$ austritt, verwirklicht. Auch ein anderer Zwilling nach dem Manebacher Gesetze zeigt sich ungewöhnlich ausgebildet, indem er ganz die Form der seltenen Zwillinge von Mte. Gibele (Taf. IV, Fig. 7) repräsentirt.

Die Lamellen sind 0,0005 mm bis 0,006 mm breit. Solche nach dem Periklingesetz haben eine Neigung von 4°—8° in Platten nach *M*(010) gegen die Trace von 001. Die Berechnung aus dem Axenverhältniss liefert nur 0° 38′.

Der Feldspath zeigt die folgenden optischen Verhältnisse. Es beträgt seine Auslöschungsschiefe in:

1. Spaltungsplatten 001				2. Spaltungsplatten 010				3. geschliffene Platte 76° 16′ : 001; 86° 25′ : 010			
Grenzwerthe	Zahl der Beob.	Zahl der Kryst.	Mittel	Grenzwerthe	Zahl der Beob.	Zahl der Kryst.	Mittel	Grenzwerthe	Zahl der Beob.	Zahl der Kryst.	Mittel
2°,6—5°,7	76	5	8°,8	7°-10°,6	104	5	8°,7	—	40	1	6°,4

Die optische Untersuchung an einem einzelnen Exemplar ergab ferner für die Auslöschung desselben auf *P*(001):5,7°, für dieselbe auf *M*(010): 9,8°, und ausserdem die unter Rubrik 3. mitgetheilten Resultate. Aus der dort bezeichneten künstlichen Platte und einer Spaltungsplatte nach *M*(010) wurden folgende Winkel in convergenten polarisirten Licht bestimmt:

	$2E$	$2H_a$	H_o
für rothes Licht (*Li*)	= 89° 48′	55° 9′	128° 28′
für gelbes Licht (*Na*)	= 88 27	54 19	129 35
für grünes Licht (*Tl*)	= 86 33	53 3	130 29

Aus diesen Werthen folgt der wahre Axenwinkel $2V_a$ für:

Li zu 54° 24′
Na zu 53 32
Tl zu 52 22

und der mittlere Brechungsexponent β:

für *Li* zu 1,5442
für *Na* zu 1,5490
für *Tl* zu 1,5533.

Die erste Bisectrix schneidet *P*(001) unter 9° 19′ und steht 3° 30′ schief gegen *M*(010). Die Neigung der Ebene der optischen Axen gegen *P*(001) wurde zu 6° 31′ berechnet. Auf empirischem Wege konnte sie zu 4° 54′ an einer circa 86° schief gegen die Bisectrix geschliffenen Platte bestimmt werden.

Die Farbe des Feldspaths wird durch seinen Reichthum an leder- bis rostbraunen Glasfetzen verursacht. Dieselben finden sich zum Theil regelmässig von der Form des Wirths, ausserdem aber auch in ebenso verzerrten Gestalten, wie in den Krystallen von Khania (S. 173). Daneben wurden zierliche wasserhelle Mikrolithe von Stabform mit krystallinen Ansätzen beobachtet.

Dieses Vorkommen zeichnete sich durch besonders grosse Schwankungen in seinem optischen Verhalten aus. Desgleichen beobachtet man an ihm grosse Verschiedenheiten in der Lage des rhombischen Schnitts auf M(010).

b. Plagioklas aus den glasigen Pantelleriten (Obsidianlaven).

Feldspäthe, an welchen diese porphyrähnlich struirten Gläser besonders reich sind, finden sich nur an wenigen Stellen und in relativ geringer Zahl aus denselben befreit. Sie bestehen beinahe in allen Fällen aus ungetrübter Substanz, sind scharf begrenzt, vorwiegend von mehr flachtafelförmiger Gestalt und kleiner als die Plagioklase der krystallinen Laven. Die ausgewitterten Krystalle haben meistens eine etwas rauhe Oberflächenbeschaffenheit.

9. Plagioklas von Sidori bei Fossa del Gallo (Cuddia Randazzo).

Derselbe enstammt der Glaslava des soeben genannten Kraters, welche ein Gebiet von 5 qkm bedeckt. Sein Muttergestein hat nach einer Probe von Khagiar folgende Zusammensetzung:

SiO_2	68,75
Al_2O_3	5,91
Fe_2O_3	5,81
FeO	5,33
CaO	2,11
MgO	0,08
K_2O	4,28
Na_2O	7,52
CaO	0,23
	100,02

Spec. Gewicht = 2,47.

Es ist von sehr variabler Mikrostructur der Grundmasse, welche sich im obigen Muster gründurchsichtig und sehr mikrolithenreich erweist.

Die Feldspathkrystalle fanden sich am Fusse des Kraters Randazzo, zwischen Bimsteinbrocken mit wenigen Cossyritkrystallen gemengt, und haben, nach einer Untersuchung von beinahe völlig reiner Substanz, folgende chemische Zusammensetzung:

			O-Verh.
SiO_2	66,74	$O = 35,59$	12,06
Al_2O_3	19.98	9,04	3,06
FeO_3	0,31	—	
CaO	1,25*)	0,36	
K_2O	4,48	0,76	1
Na_2O	7,10	1,83	
	99,86		

Spec. Gewicht = 2,573—2,582.

Der Feldspath repräsentirt demnach eine Verbindung von 1 Mol. $CaAl_2Si_2O_8$: 4,22 Mol. $KAlSi_3O_8$: 10,14 Mol. $NaAlSi_3O_8$, und enthält in der analysirten Probe nur 0,2 fremde Einschlüsse. In demselben entsprechen aber 1 Mol. $KAlSi_3O_8$ 2,40 Mol. der Verbindung $NaAlSi_3O_8$. Die Zusammensetzung ist demnach beinahe genau dieselbe wie die der Plagioklase aus den älteren, krystallinen, Pantelleriten.

An einigen Krystallen wurden folgende Winkel gemessen:

Flächen:	Beob.:	Zahl der gem. Kanten:	Grenzwerthe:	Berechnet:
(110):(010) =	*59°32′	2	59°21′—59°40′	—
(1$\bar{1}$0):(0$\bar{1}$0)	*60 20	2	60 4 —60 30	—
(001):(010)	*88 28	15	88 10—88 59	—
(0$\bar{1}$2):(0$\bar{1}$0)	*45 46	2	45 36—45 57	—
(001):(110)	*66 22	4	66 6—66 44	—
(001):(1$\bar{1}$0)	68 21	3	68 12—68 29	67°47′
(110):(1$\bar{1}$0)	59 55	2	59 46—60 4	60 8
(0$\bar{1}$2):(001)	45 16	2	44 56—45 36	45 46
(012):(001)	44 41	1	—	43 48
(012):(010)	44 15	1	—	44 40
($\bar{2}$01):($\bar{1}\bar{1}$0)	44 41	2	44 40—44 42	44 23
($\bar{2}$01):($\bar{1}$10)	45 42	3	45 34—45 47	45 3
(001):($\bar{2}$01)	81 18	1	—	81 29

Aus denselben wurde das folgende Axenverhältniss berechnet:

$$a : b : c = 0,6483 : 1 : 0,5551$$
$$\alpha = 91^\circ 27'$$
$$\beta = 116\ 44$$
$$\gamma = 89\ 50$$

Die Lamellen haben eine Breite von 0,0005 mm — 0,03 mm, die Schiefe derjenigen, welche nach dem Periklingesetz verzwillingt sind, beträgt in

*) Die spectralanalytische Untersuchung lässt auf eine Beimengung von BaO schliessen, welche grösser als in den anderen untersuchten Feldspäthen ist.

Platten nach M(010), zufolge einer approximativen Bestimmung, $3\frac{1}{2}$—4°. Aus der Berechnung des rhombischen Schnittes ergiebt sich, dass γ zu klein gefunden wurde und jedenfalls etwas mehr als 90° betragen muss.

Die Auslöschungsschiefe des Feldspaths beträgt in:

1. Spaltungsplatten 001				2. Spaltungsplatten 010				3. geschliffene Platte 88° 7′ : 001; 87° 15′ : 010			
Grenzwerthe	Zahl der Beob.	Zahl der Kryst.	Mittel	Grenzwerthe	Zahl der Beob.	Zahl der Kryst.	Mittel	Grenzwerthe	Zahl der Beob.	Zahl der Kryst.	Mittel
2°,5—3°,7	108	5	3°,14	8°,2-9°,2	72	7	8°,7	—	24	1	4°,8

Ein einzelner Krystall, dessen Auslöschungsschiefe auf P(001) 2°, auf M(010) 9,2° betrug, und für welchen auch der in der Rubrik 3. mitgetheilte Werth bestimmt wurde, gestattete mit Hülfe der ebendort erwähnten Platte und einer solchen nach M(010) die folgenden Beobachtungen zur Ermittelung des wahren Winkels für die optischen Axen:

	$2E$	$2H_a$	$2H_o$
für rothes Licht (Li) =	75°27′	48°12′	129°59′
für gelbes Licht (Na) =	74 20	47 8	131 9
für grünes Licht (Tl) =	72 57	46 34	132 54

Daraus erhält man den Winkel $2V_a$ für:

Li zu 48°30′
Na zu 47 22
Tl zu 46 38

und den mittleren Brechungsexponenten β für:

Li zu 1,4895
Na zu 1.5040
Tl zu 1.5022.

Die erste Bisectrix neigt unter 9° 2′ gegen P(001) und 3° 15′ gegen M(010). Die Ebene der optischen Axen schneidet die erstere Fläche nach Berechnung unter 2° 21′, nach einer Messung, an der 83° schief gegen die genannte Mittellinie geschliffenen Platte, unter 3° 16′.

Ausser einigen Glaseinschlüssen kommen keine bemerkenswerthen Interpositionen vor.

10. Plagioklas von Cuddia Mida.

Derselbe fand sich, wie schon erwähnt wurde (diese Zeitschrift **1**, 548) am Boden des flachen, cirkelrunden und 25 m breiten Glaskraters obigen Namens, welcher in einer Höhe von 591 m parasitisch auf der Montagna grande aufsitzt. Das Mineral kommt dort in Gemeinschaft mit den schönsten Cossyritkrystallen und kleinen 1 mm grossen Quarzkryställchen (R_1, —R) in

einem Sande von Feldspath- und Obsidiantrümmern vor. Die beiden zuerst genannten Mineralien sind augenscheinlich aus der Zersetzung älterer Glaslaven, welche die Producte des genannten Kraters durchbrochen haben, hervorgegangen. Die Spuren saurer Dämpfe lassen sich noch gegenwärtig in letzterem an vielen Stellen nachweisen.

Das Muttergestein, welches stellenweis am Fusse von C. Mida (470 m Höhe) zu Tage tritt, und in vielen Brocken die äussere Kraterwand bedeckt, hat folgende Zusammensetzung:

SiO_2	69,02
Al_2O_3	10,09
Fe_2O_3	4,42
FeO	4,56
CaO	1,45
MgO	0,76
K_2O	3,70
Na_2O	6,29
CuO	0,29
	100,58

Spec. Gewicht = 2,46 (nach der Thoulet'schen Methode).

Es ist besonders reich an Einsprenglingen von Cossyrit neben Feldspath; seine Grundmasse ist beinahe mikrolithenfreie gründurchsichtige Glasmasse.

Die im Krater gesammelten Plagioklaskrystalle sind bis 0,7 cm gross und zeichnen sich vor allen anderen Vorkommen der Insel durch immer vorhandene Reinheit der Substanz aus. Sie haben nach der früher bereits mitgetheilten Analyse folgende Zusammensetzung:

		O-Verh.	
SiO_2	66,63	O = 35,80	12,1
Al_2O_3	19,76	9,36	3,1
Fe_2O_3	0,72	—	
CaO	0,38	0,10	1
MgO	0,30	0,12	
K_2O	4,86	1,89	
Na_2O	7,31	0,83	
	99,96		

Spec. Gewicht = 2,547—2,582 (nach der Thoulet'schen Methode).

Spec. Gewicht = 2,55 (mittels Pyknometer bestimmt).

Der Feldspath besteht also aus einer Verbindung von 1 Mol. $CaAl_2Si_2O_8$: 7,36 Mol. $KAlSi_3O_8$: 16,86 Mol. $KAlSi_3O_8$ nebst 1,1 fremden Einschlüssen, und in der ersteren entspricht 1 Mol. der Verbindung $KAlSi_3O_8$ 2,29 Mol. der Verbindung $NaAlSi_3O_8$.

Gut spiegelnde Krystalle sind nicht häufig; die meisten haben eine leicht rauhe, von Anätzung herrührende Oberflächenbeschaffenheit, welche wahrscheinlich auf die Wirkung der sauren Kraterdämpfe zurückzuführen ist. Die Spaltung der Krystalle nach $M(010)$ ist beinahe so vollkommen als jene nach $P(001)$.

Neue an beinahe tadellosen Exemplaren ausgeführte Messungen lieferten folgende Resultate:

Flächen:	Beob.:	Zahl der gem. Kanten:	Grenzwerthe:	Berechnet:
$(110):(010)$ =	*59° 46′	2	59° 37′—60° 2′	—
$(1\bar{1}0):(0\bar{1}0)$	*60 19	6	60 12—60 33	—
$(001):(010)$	*89 21	25	89 2—89 56	—
$(0\bar{1}2):(0\bar{1}0)$	*45 41	7	45 7—45 58	—
$(001):(110)$	*67 15	6	66 36—67 39	—
$(001):(1\bar{1}0)$	67 52	5	67 29—68 31	67° 42′
$(110):(1\bar{1}0)$	59 26	6	58 35—60 12	59 55
$(012):(001)$	43 59	2	43 58—44 0	44 25
$(0\bar{1}2):(001)$	44 29	6	44 5—44 53	44 58
$(012):(010)$	44 51	7	44 8—45 19	44 56
$(110):(012)$	50 52	6	50 26—51 29	51 11
$(1\bar{1}0):(0\bar{1}2)$	52 11	5	51 49—52 35	51 45
$(012):(\bar{2}01)$	84 15	2	84 15—84 15	83 41
$(0\bar{1}2):(\bar{2}01)$	83 11	3	82 57—83 18	83 22
$(012):(\bar{1}11)$	43 53	4	43 36—44 17	44 12
$(0\bar{1}2):(\bar{1}\bar{1}1)$	45 13	2	45 7—45 19	44 29
$(\bar{1}11):(\bar{2}01)$	39 32	3	39 23—39 44	39 29
$(\bar{1}\bar{1}1):(\bar{2}01)$	38 48	2	38 18—39 18	38 53
$(\bar{2}01):(\bar{1}\bar{1}0)$	44 25	3	44 19—44 31	44 59
$(\bar{2}01):(\bar{1}10)$	45 3	3	44 56—45 10	45 12
$(001):(\bar{2}01)$	81 3	5	80 29—81 19	81 1
$(\bar{2}01):(0\bar{1}0)$	89 48	8	89 26—89 59	89 50

Das aus den bezeichneten Fundamentalwinkeln berechnete Axenverhältniss lautet:

$$a : b : c = 0,6424 : 1 : 0,5502$$
$$\alpha = 90^\circ\ 33'$$
$$\beta = 116\ \ 10$$
$$\gamma = 90\ \ 4.$$

Die flachtafelförmige Gestalt ist den Krystallen von Cuddia Mida recht eigenthümlich. Als Ausnahme fand sich auch ein einfaches, 0,7 cm grosses Individuum der Art, d. h. ganz vom Typus des Sanidins; dasselbe ist Taf. IV, Fig. 16 abgebildet worden. In der Regel kommen aber solche Kry-

stalle als Karlsbader Zwillinge vor. Daneben fand sich auch ein Paar solcher nach dem Manebacher Gesetze von der rectangulär-prismatischen Form, wie sie Fig. 10 darstellt. Optisch und durch Messung wurde an einem derselben auch eine Wiederholung durch Einschaltung breiter, makroskopischer Lamellen constatirt. Das letztere Auftreten des Gesetzes zeigt auch ein beinahe einfacher ungefähr cubisch geformter Krystall von 0,5 cm Kantenlänge, welchen die Abbildung Fig. 17 darstellt. Es fand sich ferner ein Exemplar mit der so seltenen Begrenzung der Endigung durch die Flächen $T(1\bar{1}0)$, $l(110)$ (vorwiegend) und $y(20\bar{1})$, $y(20\bar{1})$ (untergeordnet) mit einspringendem Winkel; dasselbe ist ganz von der Grösse und dem Habitus jenes bei Gelegenheit des Natronorthoklases beschriebenen und Fig. 1 abgebildeten Zwillings.

Die Lamellenbreite der Krystalle beträgt 0,0005 mm bis 0,004 mm. Breite Lamellen von gleicher Lage sind vorherrschend vor jenen von Zwillingsstellung. Aus diesem Grunde, und wegen der geringen Schiefe des Winkels 001 : 010 erscheint die Basis in Spaltungsstücken mitunter beinahe ganz glatt. Ganz lamellenfreie Exemplare, als seltene Ausnahmen, fanden oben schon Erwähnung. Im polarisirten Lichte waren keine Periklinlamellen wahrnehmbar. An Spaltungsplatten nach M weniger Krystalle liess sich die Trace derselben undeutlich wahrnehmen. Sie liegt demnach etwa 4° schief gegen P. Berechnet wird für diese Abweichung 5° 52′ aus dem Axenverhältniss.

Keiner der übrigen vorliegenden Plagioklase trägt seinen asymmetrischen Charakter so versteckt, als dieser kalkärmste von Allen, welcher zuerst als homogener Natronorthoklas beschrieben wurde. Er bildet gewissermassen die Uebergangsstufe zu einem solchen, worauf unten noch hingewiesen werden soll. Die Schwierigkeit, welche seine optische Prüfung veranlasste, kann mit Rücksicht auf die relativ bedeutende Lamellenbreite, nur durch die Armuth an breiteren Lamellen in Gegenstellung erklärt werden (z. B. auf 0,12 mm fanden sich nur 12 Lamellen, worunter sechs gleichgestellte von 0,0005 mm bis 0,0015 mm). In Platten von 0,5 mm Dicke bemerkt man daher in vielen Fällen überhaupt nicht deutlich zu markirende Lamellen, und solche Spaltungsstücke zeigen eine kaum wahrnehmbare Auslöschungsschiefe, welche an 15 solcher Krystalle durch 280 Beobachtungen zu 1°,3 bestimmt wurde. Es ist indessen ungewiss, ob dieser Werth dem wahren für diese Substanz entspricht, da er mit weniger Sicherheit bestimmt werden konnte, als der etwas grössere unten angeführte, welcher an deutlich lamellaren Individuen erhalten wurde. Andernfalls müsste man einen beinahe homogenen und beinahe optisch orientirten von einem lamellaren, schief auslöschenden Feldspath dieses Fundortes unterscheiden. Solche scheinbar homogene Krystalle zeigen in noch dünneren Spaltungsblättchen auch bei stärkster Vergrösserung vorwiegend einheitliche Sub-

stanz mit vereinzelten, entgegengesetzt auslöschenden Lamellen im angegebenen Mengenverhältniss.

Andere, seltenere, deutlich lamellare Individuen ergaben nun folgende Werthe für die Auslöschungsschiefe; in

1. Spaltungsplatten 001				2. Spaltungsplatten 010				3. geschliffene Platte 78° 43′ : 010; 85° 5′ : 001			
Grenzwerthe	Zahl der Beob.	Zahl der Kryst.	Mittel	Grenzwerthe	Zahl der Beob.	Zahl der Kryst.	Mittel	Grenzwerthe	Zahl der Beob.	Zahl der Kryst.	Mittel
1°,5—2°,8	196	10	2°,1	8°,7–14°	100	8	9°,8	—	20	1	4°

Die Dispersion der ersten Mittellinie wurde früher an einem Exemplar zu 8° 31′ für Gelb (*Na*) und 8° 37′ für Grün (*Tl*) bestimmt. Diese geringe Differenz erklärt es, dass eine Dispersion am Axenbilde dieser Feldspäthe kaum wahrnehmbar ist.

Die weitere Untersuchung eines einzelnen Krystalls, welcher in Platten nach 001 eine Auslöschungsschiefe von 2°, in solchen nach 010 von 9°,5 aufweist, und auf den sich die unter Rubrik 3. mitgetheilten Beobachtungen beziehen, ergab die in den Colonnen unter 1. aufgeführten Winkel für die optischen Axen. In den mit 2. bezeichneten Colonnen daneben stehen die früher an einem Krystall für die entsprechenden Winkel gefundenen Werthe.

	$2E$ 1.	$2E$ 2.	$2H_a$ 1.	$2H_a$ 2.	$2H_o$ 1.	$2H_o$ 2.
für rothes Licht (*Li*)	77°33′	76°46′	49°32′	50°56′	132°10′	142°46′
für gelbes Licht (*Na*)	76 24	76 0	48 21	50 2	133 22	142 52
für grünes Licht (*Tl*)	75 10	75 9	46 52	49 34	134 13	143 39

Daraus folgt der wahre Axenwinkel für:

	1.	2.
Li zu	49° 16′	48° 49′
Na zu	48 4	48 5
Tl zu	46 11	47 37

und der mittlere Brechungsexponent β für:

	1.	2.
Li zu	1,5022	1,5026
Na zu	1,5185	1,5113
Tl zu	1,5335	1,5153.

Der Axenwinkel wird, wie schon mitgetheilt wurde, bei zunehmender Temperatur kleiner. Bis zu 100° C. erlitt er kaum merkliche Veränderung und betrug 76° 54′ anstatt des Winkels von 76° 0′ bei gewöhnlicher Temp. Alsdann nahm er mit der Steigerung um je 10 Temp.-Grade nur ca. 1 Bogen-

grad ab, betrug bei 226° C. 66° 40′, und änderte sich von da an nur wenig, da er bei 286° C. noch 64° 56′ gross gefunden wurde. Nachdem dieselbe Platte 1/4 Stunde der Weissgluth ausgesetzt worden, zeigte sie milchige Trübungen und eine nur sehr kleine constante Veränderung des optischen Axenwinkels, welcher nun auf 73° 33′ reducirt blieb. In dem unter der Colonne 1. erwähnten Krystall schneidet die erste Mittellinie *M*(010) unter 1° 47′, und liegt 9° 51′ schief gegen *P*(001). Die Axenebene schneidet die letztere Fläche unter circa 3° 30′ in einer Ebene beinahe normal zur ersten Bisectrix.

c. Plagioklas der jüngsten Pantellerite, Laven des Kraters Mte. S. Elmo.

Dieselben treten in fünf getrennten, radial verlaufenden Strömen, zum geringeren Theil glasig, zum grösseren krystallin auf, und umfassen bei circa 3 m Mächtigkeit ein Gebiet von ungefähr 3¾ qkm im Contact mit den Basalten des NW. der Insel. Sie haben nach zwei Mustern von der Südseite des genannten Berges folgende Zusammensetzung:

	Krystallin:	Glasig:
SiO_2	67,48	67,89
Al_2O_3	9,70	11,53
Fe_2O_3	7,42	4,51
FeO	2,21	4,52
CaO	1,45	1,51
MgO	0,77	0,62
K_2O	2,94	3,71
Na_2O	7,21	5,79
aqua	0,96	0,33
	100,14	100,41

Spec. Gewicht = 2,68 (kryst.)—2,43 (glas.) (m. d. Pyknometer best.).

Das krystalline Muster ist sehr porös, und besteht in der Grundmasse aus einem mikroskopischen Gemenge von Feldspath, Augit und Zersetzungsproducten. Das glasige ist blasenreich, zum grössten Theil grün durchsichtig, im übrigen aber voll schwarzbrauner Trübungen. Stellenweise wechselt diese Ausbildungsweise im Dünnschliffe mit der krystallinen ab. Zu den Einsprenglingen gehören Plagioklas, Augit, Cossyrit, Titanit, und selten (im jüngsten Strome) Hornblende.

Der erstere findet sich lose in kleinen Individuen im Pantelleríttuff der inneren Kraterwand, in grossen glänzenden Exemplaren aber zwischen den rothen Lapilli (Anbruch über der Polveriera) des Basaltdurchbruchs auf der Westseite von Mte. S. Elmo; hier vielleicht in Folge der Zertrümmerung eines vulkanisch durchbrochenen Pantelleritstroms. Aehnliche Krystalle finden sich ferner in Folge von Verwitterung des Muttergesteins auch an verschiedenen Stellen des Stromgebiets. Dahin gehört namentlich

11. Plagioklas von S. Marco, Casa Errera (62 m hoch, 600 m SSO vom Hafen).

Die Krystalle, welche auf dem Ackerboden der genannten Besitzung gesammelt wurden, sind im Mittel 0,6 cm gross. Es kommen indessen als Ausnahme auch bis 1,2 cm grosse Exemplare vor. Sie sind vollkommen glasglänzend, zum überwiegenden Theile wasserhell, im Uebrigen undurchsichtig und von schmutziger Farbe. Solche von der ersteren Beschaffenheit haben folgende Zusammensetzung:

			O-Verb.
SiO_2	66,79	O = 35,62	12,11
Al_2O_3	19,36	9,04	3,07
Fe_2O_3	0,91	—	
CaO	0,80	0,17	1
MgO	0,13	0,04	
K_2O	4,95	0,84	
Na_2O	7,34	1,89	
	100,28		

Spec. Gewicht = 2,569—2,584.

Dieselbe entspricht also einer Verbindung von 1 Mol. $CaAl_2Si_2O_8$: 6,00 Mol. $KAlSi_3O_8$: 13,48 Mol. $NaAlSi_3O_8$ und 0,8 fremden Einschlüssen. Im vorliegenden Feldspath ist 1 Mol. $KAlSi_3O_8$ mit 2,25 Mol. $NaAlSi_3O_8$ verbunden.

Es wurden an demselben folgende Winkel gemessen:

Flächen:	Beob.:	Zahl der gem. Kanten:	Grenzwerthe:	Berechnet:
(110):(010) =	*59°33′	9	59°17′—59°56′	—
(1̄10):(01̄0)	*60 46	8	60 38 —60 55	—
(001):(010)	*88 36	20	88 9 —89 40	—
(01̄2):(01̄0)	*46 6	5	45 41 —46 42	—
(001):(110)	*66 29	5	65 38 —67 58	—
(001):(11̄0)	67 53	7	67 19 —68 11	67°41′
(110):(11̄0)	59 32	12	59 2 —59 54	59 41
(130):(010)	30 49	4	30 20 —31 8	30 13
(13̄0):(01̄0)	31 23	2	31 20 —31 26	30 32
(01̄2):(001)	45 24	4	44 50 —45 52	45 38
(012):(001)	44 1	6	43 37 —44 23	44 16
(012):(010)	44 38	7	44 13 —44 59	44 30
(110):(012)	51 6	4	50 47 —51 31	50 54
(11̄0):(01̄2)	52 22	2	52 12 —52 34	51 46
(012):(2̄01)	84 11	7	83 48 —84 37	84 14
(01̄2):(2̄01)	83 34	8	83 2 —84 18	83 45

Flächen:	Beob.:	Zahl der gem. Kanten:	Grenzwerthe:	Berechnet:
$(012):(\bar{1}\bar{1}1)$	45° 17′	3	45° 4′—45° 26′	44° 49′
$(\bar{1}11):(\bar{2}01)$	39 42	4	39 14—40 5	39 31
$(\bar{1}\bar{1}1):(\bar{2}01)$	38 45	4	38 9—39 10	38 56
$(\bar{2}01):(\bar{1}\bar{1}0)$	44 53	7	44 38—45 17	44 59
$(\bar{2}01):(\bar{1}10)$	44 22	5	44 11—44 35	44 38
$(001):(\bar{2}01)$	81 27	9	81 18—81 46	81 33
$(\bar{2}01):(0\bar{1}0)$	89 32	5	89 9—89 58	89 46

Aus den Fundamentalwinkeln wurde nachstehendes Axenverhältniss abgeleitet:

$$a : b : c = 0{,}6416 : 1 : 0{,}5514$$
$$\alpha = 91^{0}\ 9'$$
$$\beta = 116\ 38$$
$$\gamma = 90\ 13$$

Die Krystalle kommen häufig zu Gruppen verbunden vor. Ausser den typischen tafelförmigen Karlsbader Zwillingen fanden sich selten auch solche prismatische nach a verlängerte Krystalle, an denen die Verticalprismen ganz fehlen. Ein solches, im Original 0,6 cm grosses Exemplar ist in Fig. 18, Taf. IV dargestellt worden. Ferner kommen Zwillinge nach dem Manebacher Gesetze vor, welche die einfache Gestalt wie der Zwilling III : II in Fig. 1, Taf. IV am Orthoklas, zeigten.

Die Lamellen haben eine Breite von 0,005 mm bis 0,07 mm. Solche nach dem Periklingesetz waren in dem angeführten Normalschnitt optisch nicht wahrnehmbar. In Platten nach $M(010)$ wurde die Lage derselben nach ihren Spaltungstracen approximativ zu 4^{0}—$5\frac{1}{2}^{0}$ bestimmt. Es wurden für die Richtung des rhombischen Schnittes in solchen Platten, gegen die Spaltungstrace des Krystalls in Normalstellung $8^{0}\ 48'$ aus dem gegebenen Axenverhältniss berechnet.

Die Untersuchung im polarisirten Lichte führte zu folgenden Resultaten. Für die Auslöschungsschiefe in:

1. Spaltungsplatten 001				2. Spaltungsplatten 010				3. geschliffene Platte 88° 39′ : 010; 87° 33′ : 001			
Grenzwerthe	Zahl der Beob.	Zahl der Kryst.	Mittel	Grenzwerthe	Zahl der Beob.	Zahl der Kryst.	Mittel	Grenzwerthe	Zahl der Beob.	Zahl der Kryst.	Mittel
2°,6—4°,1	180	8	3°,5	8°,2-10°,8	82	7	9°,5	—	14	1	7°,5

Eine eingehendere Prüfung des in der Rubrik 3. erwähnten Krystalls, welcher in Platten nach $P(001)$ eine Auslöschungsschiefe von $4{,}1^{0}$, in solchen nach $M(010)$ von 9^{0} zeigt, lieferte folgende Werthe für den optischen Axenwinkel:

		$2E$	$2H_a$	$2H_o$
für rothes Licht (Li)	=	76° 55′	49° 53′	137° 5′
für gelbes Licht (Na)	=	75 27	48 15	138 24
für grünes Licht (Tl)	=	74 25	47 29	139 13

Es berechnet sich darnach der wahre Winkel $2V_a$ für

Li zu 48° 44′
Na zu 47 12
Tl zu 46 28

und der Brechungsexponent β für:

Li zu 1,5072
Na zu 1,5281
Tl zu 1,5326.

Die erste Bisectrix liegt in demselben Krystall 2° 14′ schief gegen M(010) und schneidet P(001) unter 8° 29′. Die Axenebene neigt in einem beinahe normal zur ersten Bisectrix geführten Schnitt circa 6° gegen die letztere Fläche.

An Einschlüssen fanden sich neben Eisenoxydhydrat wenige winzige Glasfetzen und stabförmige wasserhelle Mikrolithe.

Die vorstehenden Plagioklase repräsentiren nun eine Reihe von Mischungen, welche sich ihres geringen Kalkgehaltes und wegen des in ihnen vorherrschenden Natrons wohl den Albiten annähern, allein wegen der gleichzeitig ungewöhnlich grossen Beimengung von Kali auch wiederum sehr weit von den letzteren entfernen. Es bleibt daher jetzt noch nachzuweisen übrig, ob und in welcher Weise in Folge der chemischen Abweichungen vom Albit etwa die krystallographischen Eigenschaften dieser Feldspäthe beeinflusst werden. Die mikroskopischen Untersuchungen an hunderten von Platten nach 001 hatten festgestellt, dass eine Beimengung von Orthoklas ausgeschlossen ist, denn selbst da, wo eine Orientirung der Auslöschung in den Complexen äusserst feiner Lamellen beim ersten Anblick stattzufinden schien, konnte bei Anwendung genügend dünner Platten und geeigneter Vergrösserung immer das Gegentheil nachgewiesen werden; mit Ausnahme derjenigen Stellen in Gittersystemen, wo die Auslöschung eine Folge von sich senkrecht durchkreuzenden doppeltbrechenden Lamellen ist. Man muss daher den Kaligehalt dieser Feldspäthe als isomorphen Bestandtheil ganz auf Rechnung der Plagioklasmischung schreiben, und einen Perthit-artigen Charakter des Feldspaths ausschliessen. Dagegen haben die mitgetheilten Molekularberechnungen sämmtlicher Feldspäthe erwiesen, dass sie genau im Sinne der Tschermak'schen Theorie auf Mischungen der drei bekannten Plagioklase zurückführbar seien.

Wenn diese Annahme richtig ist, so liegt wenigstens die Wahrscheinlichkeit nahe, dass die integrirende Kalibeimengung auch optisch in ähnlicher Weise zum Ausdruck gelange, wie dies für den Kalk- und Natrongehalt bei den gewöhnlichen Plagioklasen der Fall ist.

Ein unmittelbarer Vergleich mit einer Reihe von ähnlichen Verbindungen bleibt beinahe ganz ausgeschlossen, denn wiewohl eine Anzahl solcher der Mehrzahl nach kaliärmerer Mischungen, als diese, durch die Analyse bekannt geworden sind, so fehlen über sie doch bis auf ein Paar sogleich zu erwähnende Ausnahmen, sowohl optische als krystallographische Angaben von irgend welchem Belang. Es mögen hier nur die wichtigsten solcher aus der Literatur bekannter Feldspäthe, soweit sie hier zu einem Vergleich dienen können, angeführt werden. Es gehören dahin:

1) Die von St. Claire Deville*) analysirten Plagioklase aus den Glaslaven der Insel Tenerife, welche einen erheblich schwankenden Kaligehalt aufweisen. Es besteht z. B. der Feldspath von Auswürflingen des Pico do Teyde aus:

1 Mol. $CaAl_2Si_2O_8$: 1,37 Mol. $KAlSi_3O_8$: 5,49 Mol. $NaAlSi_3O_8$;

d. h. es kommen in der Verbindung auf 1 Mol. $KAlSi_3O_8$: 3,49 Mol. $NaAlSi_3O_8$.

Spec. Gewicht = 2,594.

Der Feldspath aus glasiger Lava des Piks enthält hingegen:

1 Mol. $CaAl_2Si_2O_8$: 1,96 Mol. $KAlSi_3O_8$: 4,94 Mol. $NaAlSi_3O_8$;

d. h. 1 Mol. $KAlSi_3O_8$: 2,52 Mol. $NaAlSi_3O_8$.

Spec. Gewicht = 2,595.

Eine optische Untersuchung, die ich mit Feldspath aus grün durchsichtigem Obsidian von La Guancha auf Tenerife**) vornahm, und wozu ich das Material dem hiesigen petrographischen Institute verdanke, ergab für die Auslöschungsschiefe auf $P(001)$ 3,8°, auf $M(010)$ 9,3°. Sein spec. Gewicht, welches 2,592 betrug, stimmt mit dem von Deville gefundenen beinahe überein. Uebrigens zeigt das optische Verhalten jener Feldspäthe grosse Schwankungen.

2) Der von Rammelsberg***) und Deville†) analysirte und von

*) Deville, Teneriffe et Fogo p. 162.

*) Min. Chemie 1875, S. 569. Vergl. auch G. vom Rath, P. A. **144**, 245.

***) Dieser Ort liegt nach der Karte von G. Hartung, K. v. Fritsch und W. Reiss (siehe Tenerife, geol.-topogr. dargestellt von den genannten Verfassern. Winterthur 1867) in einer Höhe von 597 m auf dem von Pik steil nach N. abstürzenden Stromgebiete.

†) Bull. geol. (2) **6**, 410.

Des Cloizeaux optisch geprüfte Plagioklas von Fréjus im Esterelgebirge, dessen auch Schuster (cit. Arb. S. 176, 250) Erwähnung gethan hat. Er besteht nach einer Analyse des zuerst genannten Forschers aus:

$$1 \text{ Mol. } CaAl_2Si_2O_8 : 0,32 \text{ Mol. } KAlSi_3O_8 : 1,14 \text{ Mol. } NaAlSi_3O_8,$$

d. h. derselbe enthält auf 1 Mol. $KAlSi_3O_8$: 3,56 Mol. der entsprechenden Natronverbindung. Andere Analysen des dortigen Vorkommens weisen nach Rammelsberg und Deville nur wenig Kali auf. Vergl. die citirte Literatur. Er zeigt auf $P(001)$ eine Auslöschungsschiefe von 1°—3°, auf $M(010)$ eine solche von 2°—5°.

3) Die ebenfalls zum Theil früher schon beschriebenen, neuerdings aber von C. Brögger mit besonderer Berücksichtigung ihres hohen Kaligehalts auch optisch eingehender untersuchten, und als Natronmikroklin erkannten Feldspäthe aus dem Augitsyenit und Rhombenporphyr des Kristianiagebiets. (Siehe das gelegentlich des Natronorthoklases von dort citirte Werk S. 258—262; S. 293—307.) Ein Beispiel aus dem ersteren Gestein ist der farbenschillernde Feldspath von Svenoer (Anal. v. J. Vogt, l. c. S. 261) mit:

$$1 \text{ Mol. } CaAl_2Si_2O_8 : 1,24 \text{ Mol. } KAlSi_3O_8 : 2,62 \text{ Mol. } NaAlSi_3O_8,$$
$$\text{d. i. } 1 \; KAlSi_3O_8 : 2,1 \; NaAlSi_3O_8.$$

Spec. Gewicht = 2,63.

Die Auslöschung beträgt auf P circa 1°—2°.

Der Feldspath aus dem Rhombenporphyr des Ganggesteins von Lille Frogner, welchen Kjerulf analysirt hat (cit. Arb. S. 295) ist der Kali-, aber auch einer der kalkreichsten unter den bekannteren Mischungen dieser Art, denn er besteht aus:

$$1 \text{ Mol. } CaAl_2Si_2O_8 : 0,80 \text{ Mol. } KAlSi_3O_8 : 0,90 \text{ Mol. } NaAlSi_3O_8;$$
$$\text{d. i. aus } 1 \; KAlSi_3O_8 : 1,12 \; NaAlSi_3O_8.$$

Die Auslöschungsschiefe beträgt nach C. Brögger 1°—2° auf $P(001)$, $5\frac{1}{2}$°—$6\frac{1}{2}$° auf $M(010)$. In diesen Feldspäthen fand sich der Krystallwinkel von $P(010) : M(010)$ immer zwischen 90°—90° 20'. Mügge*), welcher solche kalihaltige Plagioklase aus demselben Gestein zuerst in orientirten Schliffen optisch untersuchte, beschrieb dieselben als Oligoklas, resp. mit Rücksicht auf das eigenthümliche krystallographische Verhalten, als solchen in Sonderstellung, wie die »ähnlichen Feldspäthe von Pantelleria und Hohenhagen«. Die von ihm publicirte Analyse von Dr. Fischer eines solchen aus Rhombenporphyr von Tyveholmen führt auf das Verhältniss:

*) O. Mügge, Feldspath aus dem Rhombenporphyr von Christiania. Neues Jahrbuch 1881, 2, 106 etc.

1 Mol. $CaAl_2Si_2O_8$: 0,54 Mol. $KAlSi_3O_8$: 2,06 Mol. $NaAlSi_3O_8$;
bezw. 1 Mol. $KAlSi_3O_8$: 3,81 Mol. $NaAlSi_3O_8$.

In diesen Feldspäthen betrug die Auslöschungsschiefe in Platten nach $P(001)$ 1°—2° im Maximum, wie auch Brögger fand; in solchen nach $M(010)$ hingegen in der Regel annähernd 0°, höchstens 3°. Die Plagioklase von Lille Frogner und von Fréjus im Esterelgebirge stehen einander sehr nahe; man kann sie beide als kalireiche Andesine betrachten.

Wegen des Mangels weiterer Angaben über eine grössere Anzahl Glieder dieser Mischungsreihe bleibt nur ein Vergleich mit den entsprechenden Verbindungen der Albit-Anorthitreihe übrig. Einem solchen tritt indessen die Schwierigkeit entgegen, dass der gleichzeitig vorhandene kleine Anorthitgehalt ebenfalls, wenn auch in engeren Grenzen schwankend sei, und daher nur differenzirend auf die optischen Verhältnisse einwirken müsse. Dafür ist allerdings auf der anderen Seite der Kaligehalt, wenigstens innerhalb weniger Gruppen, ziemlich constant. Immerhin wäre eine unmittelbare Einsicht in diese complicirten Verhältnisse bis vor Kurzem nicht möglich gewesen. Jetzt sind zu einer solchen durch die verdienstvolle, öfters citirte Arbeit von M. Schuster die Mittel ohne Weiteres geboten. Der letzteren soll hier und in den folgenden Tabellen das wichtigste Vergleichsmaterial entnommen werden.

Um hinsichtlich der Zahlenwerthe gleichartige Grössen zu dem Zwecke zu erlangen, wurden alle vorstehenden Mischungen von Albit, Anorthit und Kalifeldspath in äquivalente Mengen von Albit-Anorthit umgerechnet und zwar so, dass die Quantität des letzteren dabei unverändert blieb. Die Werthe für solche mit einander isomorphen Verbindungen wurden in der folgenden Tabelle einander, sowie den Daten für das ihnen entsprechende krystallographisch-optische Verhalten gegenübergestellt. Die letzteren finden sich darin folgendermassen vertheilt: 1) Spec. Gewicht. 2) Axenverhältniss. 3) Axenwinkel α. 4) Auslöschungsschiefe der vorliegenden kalihaltigen Mischungen auf $M(010)$. 5) Auslöschungsschiefe der kalifreien isomorphen und äquivalenten Verbindungen auf derselben Fläche nach den Angaben von Schuster*). 6) Differenz der Auslöschungsschiefe auf 010 zwischen den entsprechenden Werthen der beiden vorstehenden Rubriken. 7) Auslöschungsschiefe der Kalifeldspäthe auf $P(001)$. 8) Berechnete Auslöschungsschiefe der kalifreien Aequivalente nach Schuster für dieselbe Richtung. 9) Differenz zwischen zusammengehörigen Werthen der zwei vorigen Rubriken. 10) Neigung der ersten Mittellinie gegen $M(010)$. 11) Winkel der optischen Axen. 12) Mittlerer Brechungsexponent β.

*) Dieselben wurden durch Interpolirung aus der im Anhange vom genannten Verfasser mitgetheilten Curventafel erhalten.

Asymmetrische Kali-Feldspäthe.

Fundorte	Mutter-Gesteine	Molekularverhältniss: Anorthit : Mikroklin : Albit	Molekularverhältniss: Mikroklin : Albit	Molekularverhältniss: Anorthit : Mikroklin + Albit	Spec. Gewicht	Krystall. Verhältnisse: Axenverhältniss $a:b:c$	Krystall. Verhältnisse: Axenwinkel α	Auslöschungsschiefe gegen die Spaltungstracen: auf 010	An.-Al. a. 010 n. Schuster	Differenzen	auf 001	An.-Al. a. 001 n. Schuster	Differenzen	Neigung der ersten Bisectrix gegen $M(010)$	Optischer Axenwinkel	Brechungs-exponent β	Autoren
Lille Frogner, Kristianiageb.	Rhomben-porphyr	1:0,80: 0,90	1 : 1,12	1: 1,42	—	—	—	$\bar{5}^1/_2{}^0$—$\bar{6}^1/_2{}^0$	$\bar{9}$,49	3,49	$\bar{1}^0$—$\bar{2}^0$	$\bar{2}$,52	1,02	—	—	—	Brögger Kjerulf
Fréjus im Esterelgeb., Dep. du Var	Dacit	1:0,34: 1,14	1 : 3,35	1: 1,36	2,68	—	—	$\bar{2}$ —$\bar{5}$	$\overline{10}$,27	7,77	$\bar{1}$ —$\bar{3}$	$\bar{2}$,75	1,25	—	—	—	Rammelsberg Des Cloizeaux
Tyveholmen, Kristianiageb.	Rhomben-porphyr	1:0,54: 2,06	1 : 3,81	1: 2,42	2,651	—	—	0 —3	0,17	1,33	0 —2	0,16	1,34	—	—	—	Mügge Fischer
Svenoer, Kristianiageb.	Augitsyenit	1:1,18: 2,48	1 : 2,10	1: 3,24	2,63	—	—	—	4,82	—	1 —2	1,17	0,33	—	—	—	Brögger Vogt
Montagna grande, Pantelleria	Augit-Andesit	1:1,50: 6,68	1 : 4,45	1: 7,80	2,595	—	—	6,04	13,33	7,29	5,75	3,15	2,60	—	—	—	Analyse von C. Abich
Mte. Gibele, Pantelleria	Augit-Andesit	1:0,94: 4,04	1 : 4,29	1: 4,64	2,605	0,63502:1:0,5536	92° 15'	6,43	8,89	2,46	4,59	2,14	2,45	4° 11'	53° 42'	1,5347	
R. Khania, Pantelleria	Krystall. Pantellerit	1:3,34: 8,10	1 : 2,43	1:10,28	2,592	0,6449 :1:0,5609	91 42	6,50	15,74	9,24	4,63	3,55	1,09	5 54	48 22	1,5317	
R. Khagiar, Pantelleria	Krystall. Pantellerit	1:5,24:11,26	1 : 2,15	1:14,70	2,573	0,6388 :1:0,5574	91 22	6,88	16,50	9,62	4,37	3,94	0,43	1 43	43 28	1,5810	
R. Zichidì, Pantelleria	Augit-Andesit	1:2,12: 6,04	1 : 2,84	1: 7,44	2,584	0,6329 :1:0,5612	92 3	7,37	12,99	5,62	3,60	3,07	$\bar{0}$,53	1 22	51 54	1,5262	
R. Sidori, Pantelleria	glasiger Pantellerit	1:4,22:10,14	1 : 2,40	1:12,94	2,577	0,6483 :1:0,5551	91 27	8,75	16,00	7,25	3,14	3,81	$\bar{0}$,67	3 15	47 22	1,5040	
R. Rakhalè, Pantelleria	krystall. Pantellerit	1:4,84:13,34	1 : 2,75	1:16,52	2,565	0,6443 :1:0,5574	91 20	8,75	16,93	8,18	3,80	4,05	$\bar{0}$,25	3 30	53 32	1,5490	
Pico do Teyde, Tenerife	glasige Lava	1:1,96: 4,94	1 : 2,52	1: 6,22	2,595	—	—	9,30	11,82	2,52	3,80	2,75	1,05	—	—	—	Analyse von Deville
R. S. Marco, Pantelleria	krystall. Pantellerit	1:6,00:13,48	1 : 2,25	1:17,42	2,576	0,6416 :1:0,5514	91 9	9,50	17,13	7,63	3,50	4,10	$\bar{0}$,60	2 14	47 12	1,5281	
Cuddia Mida, Pantelleria	glasiger Pantellerit	1:7,36:16,86	1 : 2,29	1:21,70	2,564	0,6424 :1:0,5502	90 33	9,80	17,67	8,05	2,10	4,26	$\bar{2}$,16	1 47	48 4	1,5149	

Monosymmetrischer Natron-Feldspath.

Fundorte	Mutter-Gesteine	$CaO : K_2O : Na_2O$ Orthoklas	$K_2O : Na_2O$ Ortho.		Spec. Gewicht	Axenverhältniss $a:b:c$	Axenwinkel α	auf 010	An.-Al. a. 010 n. Schuster	Differenzen	auf 001	An.-Al. a. 001 n. Schuster	Differenzen	Neigung der ersten Bisectrix gegen $M(010)$	Optischer Axenwinkel	Brechungs-exponent β
Bagno dell' acqua, Pantelleria	Liparit	1:5.13:10,93	1 : 2,13	—	2,586	0,6399 :1:0,5460	90°	9,15°	—	—	0°	—	—	0°	41° 0'	1,6068
Cala Porticello, Pantelleria	Liparit	1:8,45:18,04	1 : 2,13	—	2,582	0,6356 :1:0,5485	90	9,55	—	—	0	—	—	0	45 30	1,5245

Mit Rücksicht auf die kleinen Verschiedenheiten im Kaligehalte zwischen den wenigen Gruppen hat die vorstehende Uebersicht darzulegen, in welcher Weise sich die physikalischen Eigenschaften gewisser Natronkalkfeldspäthe ändern, wenn in dieselben Kali vicariirend für das Natron eintritt, so zwar, dass sich das Verhältniss des ersteren zum letzteren Alkali im Mittel wie 1 : 2,4 resp. wie 1 : 4,4 oder 1 : 1 in den Verbindungen stellt.

Die Einsicht in vorstehende Tabelle lehrt mit Bezug auf die Auslöschungsschiefe in doppelter Hinsicht Abweichungen dieser Plagioklase von den gewöhnlichen kennen. Erstens ist ihr Auslöschungswinkel auf 010 ein durchaus verschiedener, und zweitens findet man, dass den für diese Verbindungen gefundenen Werthen für die Auslöschung auf $P(001)$ in der Regel ganz andere Auslöschungsschiefen auf $M(010)$ gegenüberstehen, als wie sie irgend einem Kalknatronfeldspathe in derselben Richtung entsprechen würden. Hierfür zwei Beispiele: 1) Der Plagioklas von Cuddia Mida besteht aus:

1 Mol. $CaAl_2Si_2O_8$: 7,36 Mol. $KAlSi_3O_8$: 16,86 Mol. $NaAlSi_3O_8$.

Dem ist äquivalent

1 Mol. $CaAl_2Si_2O_8$: 21,70 Mol. $NaAlSi_3O_8$.

Einer Mischung der letzteren Art entspricht nach Schuster eine Auslöschungsschiefe:

auf 001 von 4,26°
auf 010 von 17,67.

Sie fand sich hingegen in der ersteren Mischung:

auf 001 von 2,10°
auf 010 von 9,80.

Wenn man andererseits den Werth von 2,10° zu Grunde legte, so würde demselben nach den bei gewöhnlichen Plagioklasen constatirten Combinationen dieser Werthe ein Winkel von 8,6° entsprechen.

2) Dem Feldspath von R. Khania, in welchem

1 Mol. $CaAl_2Si_2O_8$: 3,34 Mol. $KAlSi_3O_8$: 8,10 Mol. $NaAlSi_3O_8$

verbunden sind, entspricht die kalifreie Mischung von:

1 Mol. $CaAlSi_2O_8$: 10,28 Mol. $NaAlSi_3O_8$

(Verbindungen von 1 Anorth. : 12 Albit sind die Plagioklase von Fusch (Pinzgau) und Schmirn (Tirol). Vergl. Schuster etc. S. 154, 155) derselben entspricht eine Auslöschungschiefe:

auf 001 von 3,55°
auf 010 von 15,74,

wohingegen für den kalihaltigen Vertreter von Pantelleria eine solche gefunden wurde:

auf 001 von 4,63°
auf 010 von 6,50.

Dem gefundenen Werthe für 001 würde aber nach Analogie gewöhnlicher Plagioklase eine Schiefe von 15,53° auf 010 entsprechen.

Aehnliche Differenzen wiederholen sich bei allen den übrigen Feldspäthen mit ähnlichem Kaligehalt; bei den kaliärmeren sind sie nur entsprechend geringer (z. B. Mte. Gibele). Auf zufällige Mittelwerthe sind dieselben aber nicht zurückführbar, wovon man sich durch die Einsicht in die für die einzelnen Vorkommen angeführten Grenzwerthe überzeugen kann. Wenn somit ein erheblicher Unterschied im optischen Verhalten dieser Mischungen thatsächlich besteht, so frägt es sich jetzt, ob man aus den bisher gewonnenen Resultaten eine Gesetzmässigkeit desselben für die einzelnen Glieder den bekannten Plagioklasen gegenüber ableiten kann. Wenn man von den kalkreichsten Verbindungen absieht, und im Wesentlichen die Aenderung der Albite ins Auge fasst, hier also die Feldspäthe von Pantelleria allein vergleicht, so zeigt die Tafel für dieselbe, dass, während die Auslöschungsschiefe auf 010 von 6,04° auf 9,80° allmählich steigt, sie hingegen in der Richtung von 001 umgekehrt von 5,75° bis auf 2,10° ebenso langsam fällt. Dieses Verhalten ist, wie man sieht, in der letzteren Richtung gerade umgekehrt, wie bei den entsprechenden kalifreien Mischungen. Ferner zeigt es sich, dass, während zwar diese Zunahme auf *M*(010) ganz in derselben Richtung wie bei den letzteren stattfindet, der Auslöschungswinkel sich hingegen im Mittel um 7° näher als bei den gewöhnlichen Plagioklasen an die Trace von *P*(001) hält. Noch unregelmässiger erweist sich, abgesehen von dem umgekehrten Verlauf derselben, die Aenderung der Auslöschungsschiefe auf der letzteren Fläche, denn bei den kalkhaltigen sind ihre Winkel zur Trace 010 grösser, als bei den bekannten Feldspäthen, bei den kalkärmeren, kalireicheren aber kleiner, und nähern sich dabei rapid dem Verhalten des Orthoklases. Die Differenzen der Werthe mit den von Schuster constatirten sind daher zum Theil negativ, zum Theil positiv.

Wenn man diese Plagioklase, wie es in der Tabelle geschehen ist, nach der Grösse ihrer Auslöschungsschiefe auf 010 anordnet, so findet man die Werthe für die letzteren im Allgemeinen umgekehrt proportional dem Kalkgehalte; dabei ist zu bemerken, dass hier für die kalkreicheren nach Analogie der Beobachtungen von Schuster, resp. von Des Cloizeaux, der Sinn derselben negativ angenommen wurde, wozu man nach Vergleich mit dem in der Hinsicht bekannten Uebergangsgliede von Fréjus berechtigt ist. Es zeigt sich alsdann, dass die erwähnten Differenzen auf 010 mit grösserem Kalkgehalte ab-, und beinahe proportional mit der Kalimenge zunehmen. Es erklärt sich daher wohl, wenn z. B. der Feldspath von Zichidi

mit 1 An.:7 Alb. eine mehr als doppelt so grosse Differenz aufweist als der Plagioklas von Gibele mit ähnlichem Anorthitgehalt (1 : 5), weil der erstere auch einen beinahe doppelt so grossen Kaligehalt aufweist.

Die Thatsache, dass proportional mit dem letzteren eine grössere Annäherung der Auslöschungsrichtung auf *M*(010) an die Trace *P*(001) stattfinde, lässt sich nur durch die Voraussetzung erklären, dass die dem Albit analog constituirte isomorphe Beimengung von Kalifeldspath in allen diesen Feldspäthen mit dem Mikroklin identisch sei, wie solches von Brögger für die norwegischen schon nachgewiesen wurde. Während dies Verhalten den Mischungen des letzteren Feldspaths mit den anderen beiden Plagioklasen völlig entspricht, ist andrerseits die Annäherung der Auslöschungsschiefe auf *P*(001) an die Orientirung des Orthoklases, wie sie auch der genannte Forscher beobachtet hat, befremdend, sofern man an der optisch so deutlich ausgesprochenen Dimorphie des Kalifeldspaths festhält. Nur wenn man an lamellenfreien Mikroklinen nachweisen könnte, dass sich solche mit auf *P*(001) negativer, bezw. der des Albits in dieser Richtung entgegengesetzter Auslöschungsschiefe finden, würde eine genügende Erklärung für obiges Verhalten gegeben sein.

Es schien mit Rücksicht auf die verschiedenen nun bekannt gewordenen kalihaltigen Plagioklase, sowie zum besseren Verständniss des Vorhergehenden, nicht uninteressant, schon jetzt diejenige Aenderung anzudeuten, welche die von Schuster (cit. Arb. Taf. IV) zur Demonstrirung des Auslöschungsschiefen nach *P*(001) und *M*(010) construirten Curven für die Kalk-Natronfeldspäthe erfahren, wenn der Mikroklin in die Mischungen der letzteren eintritt. Solches bezweckt die graphische Darstellung auf Taf. V, Fig. 19. Dieselbe ist ganz nach Art derjenigen des genannten Autors angefertigt und gestattet durch Eintragung der zum Vergleich nöthigen Stücke der beiden von Schuster angegebenen Curven eine unmittelbare Einsicht in die mit den letzteren vorgegangenen Veränderungen ihres Verlaufes. Um denselben anzugeben, wurden die Auslöschungsschiefen auf *M*(010) und *P*(001) sämmtlicher vorstehender Plagioklase, auf Grund der Umrechnung ihrer Mischungsverhältnisse in Aequivalente von Anorthit-Albit mit constanter Erhaltung der gefundenen Anorthitmenge, an denjenigen Stellen der Coordinaten aufgeführt, wohin dieselben nach ihrem Molekularprocentgehalt von Anorthit : Albit gehören. Derselbe findet sich durch die Abschnitte in der Abscissenaxe *OX* so angedeutet, dass dem Fortschritt in derselben um je einen Theilstrich von links nach rechts die Zunahme um 1 Mol.-Procent von Anorthit in der Mischung entspricht. Der 0-Punkt links bezeichnet also die Zusammensetzung des kalkfreien Albits, und die Zahlen geben den Procentgehalt der den Coordinaten entsprechenden Mischungen direct an. Die Ordinatenaxe *YY* ist in gleichgrosse Theilstriche getheilt, von denen einer mit dem Durchschnittspunkt der ersteren mit der Abscissenaxe

zusammenfällt, und mit 0 bezeichnet ist. Es bedeutet nun das Aufsteigen um je einen Theilstrich von 0 in der Ordinatenaxe nach oben die Zunahme um je 1° der Auslöschungsschiefe im positiven Sinne (wie Albit), das Herabsteigen in derselben hingegen die Zunahme um je einen solchen im negativen Sinne (wie Anorthit). Für die einzelnen Feldspäthe ist ihr optisches Verhalten auf *M*(010) im Coordinatensystem durch einen Punkt, dasjenige auf *P*(001) durch einen Ring angedeutet. In der Verlängerung der durch je zwei solche Markirungen gehenden Ordinaten befinden sich Buchstaben und an der Seite deren Erklärung, nämlich das berechnete Aequivalentverhältniss von Anorthit: Albit, daneben, in Klammern, das Mol.-Verhältniss der gefundenen Menge Mikroklin: Albit und der Fundort des Feldspaths. Die ausgezogene Curve entspricht der von Schuster für die Anorthit-Albit Mischungen festgestellten, die gestrichelte deutet hingegen den Verlauf der neuen auf Grund der beobachteten Kaliplagioklase an. Eine sehr annähernde Coincidenz der markirten Positionen mit einer einfachen Curve lässt sich, abgesehen von den Fehlern der Beobachtung, hier natürlich wegen des immerhin schwankenden Kaligehalts nicht erwarten. So viel dürfte aber als erwiesen gelten, dass der Schnittpunkt der neuen Curven wenigstens nahezu mit demjenigen der bekannten zusammenfällt, wobei die ersteren links von demselben anfangs beide innerhalb der letzteren (mit Distanz proportional dem Kaligehalt) verlaufen. Während die neue Curve für *M* in diesem Verhalten beharrt, ist es für die entsprechende, auf *P* bezügliche nachgewiesen, dass sie wenigstens auf der linken Seite bei einem gewissen Verhältniss von Kali: Natron, bezw. bei circa 2° Auslöschungsschiefe für *P*(001), die alte Curve durchschneidet, um steil nach unten fallend sich der Abscissenaxe, gleichbedeutend dem Verhalten eines Orthoklases auf *P*(001), schneller zu nähern. Ein ähnliches Verhältniss für den negativen, bezw. rechten, Arm derselben Curve legen die Untersuchungen von C. Brögger an norwegischen Feldspäthen wenigstens sehr nahe.

Die Annäherung der kalkärmeren dieser Mischungen, bezw. der Feldspäthe von Pantelleria, an den Mikroklin findet noch durch folgende, zum Theil in der Tabelle aufgeführten krystallographischen Eigenschaften einen weiteren Beleg. Die erste Bisectrix hat bei ihnen dem Albitverhalten entgegengesetzten, nämlich positiven Charakter. Die Dispersion der optischen Axen ist $\varrho > v$, was bei jenen niemals, beim Mikroklin wenigstens als Ausnahme*) beobachtet wurde. Das spec. Gewicht dieser Feldspäthe steht dem des Mikroklin um so näher, je weniger Kalk und je mehr Kali sie enthalten. Weitere Anhaltspunkte liefern die krystallographischen Verhältnisse. Es wird der Werth für die Axe *a* an den extremsten Vertretern der

*) Diese Zeitschr. 1, 79.

letzteren Art (in der Tab. von Sidori abwärts bis Mida) ebenfalls in der Mitte zwischen der des Albit und des Mikroklin gefunden. Noch charakteristischer ist das Verhalten des Axenwinkels α, welcher mit der Abnahme des Kalkes gegenüber dem Kali sich schnell 90⁰ nähert und im Feldspath von Cuddia Mida dem entsprechenden Winkel vom Mikroklin beinahe gleich ist. Auch der Krystallwinkel γ steht dem des letzteren sehr nahe und ist dem des Albit gerade entgegengesetzt, nämlich $> 90^0$, weshalb die Lage des rhombischen Schnittes eine ebenfalls demselben entgegengesetzte Lage, und zwar beinahe wie bei den doch ganz verschiedenen Labradoriten, annimmt. Keine der übrigen goniometrischen Eigenthümlichkeiten kennzeichnet wohl mit solcher Sicherheit als diese letztere controlirbare Eigenschaft der Krystalle ihre von den Kalknatron-Plagioklasen abweichende Gestalt.

Die Annäherung dieser beiden Axenwinkel an 90^0, sowie noch mehr aber der gleichzeitig im optischen Verhalten der *P*-Fläche beobachtete Uebergang zu der parallelen Orientirung der Auslöschungsrichtung, endlich auch die Grösse des optischen Axenwinkels, lassen eine eigenthümliche Doppelbeziehung dieser Feldspäthe wahrnehmen, welche gleichzeitig zum Mikroklin und, namentlich zu den natronreicheren Orthoklasen stattfindet. Der Uebergang zu einem solchen wird durch die letzteren der hier beschriebenen Plagioklase nicht nur physikalisch, sondern auch chemisch vermittelt, wie die Einsicht in den unteren Theil der Tabelle es lehrt. Der asymmetrische Feldspath von Cuddia Mida ist nämlich nur um 0,16 Mol. an Kali ärmer als die beiden in dieser Beziehung identisch zusammengesetzten Natronorthoklase. Man darf daher wohl mit Recht in dem vorliegenden Verhältniss des Kali zum Natron (bei annähernd gleichem Kalkgehalte) den Werth annehmen, welcher für Krystalle von analoger Entstehung die Grenze für diejenige Menge Natronfeldspath bezeichnet, welche in isomorpher Verbindung mit der analog zusammengesetzten Kalimischung überhaupt noch monosymmetrisch zur Ausbildung gelangen kann. Bei diesem Uebergange des Mikroklin-Albits zum Natronorthoklas bleiben sowohl die goniometrischen als auch die optischen Eigenschaften beider dimorphen Formen in so nahem verwandtschaftlichen Verhältniss, als es die Systemverschiedenheiten zulassen. Es sind nicht nur die Axenwinkel sehr ähnliche, sondern auch ihre Auslöschungsschiefe auf *M*(010), wo dies überhaupt nur möglich ist, wurde identisch, bezw. zu 9^0—$9{,}5^0$ gefunden; auf *P*(001) zeigt in dieser Beziehung aber der in Rede stehende Plagioklas eine möglichst grosse Annäherung an das Verhalten des monosymmetrischen Feldspaths. Wenn man noch in Erwägung zieht, dass der erstere durch seinen lamellaren Aufbau zu einem monosymmetrischen Scheinkrystall so weit ausgeglichen wurde, dass im reflectirten Lichte die Scheinbilder seiner Flächen Winkelwerthe für ein mit dem vom Natronorthoklas identisches Axenverhältniss liefern, und wenn man berücksichtigt, dass sich unter den

Plagioklasen von Bagno dell' acqua vereinzelt auch solche Krystalle mit stellenweis lamellenfreien Partien und von einer von 0° nicht zu unterscheidenden Auslöschungsschiefe fanden, so dürfte es feststehen, dass der Berührungspunkte zwischen Mikroklin-Albit und Natronorthoklas sehr mannigfache sind. Bemerkenswerth für dieses Verhältniss ist, dass C. Brögger an den Feldspäthen der Augitsyenite und Rhombenporphyre des südlichen Norwegens ganz ähnliche Beobachtungen machte. Z. B. der S. 137 erwähnte Natronorthoklas von Lyskoven und der hier S. 191 aufgeführte Mikroklin-Albit von Svenoer haben beide einen Gehalt von $K_2O : Na_2O = 1 : 2,1$, also ebensoviel wie der von Cuddia Mida, und stehen ebenfalls bei einem wesentlich höheren aber verschiedenen Kalkgehalt im Verhältniss der Dimorphie zu einander. Eine Einsicht in den Uebergang so verschiedener Mischungen dieser Art zum Orthoklas wurde gelegentlich der Besprechung der Curventafel zu geben versucht. Hier sei nur noch angedeutet, dass die niedrigen Werthe für die Auslöschungsschiefen auf 001 wahrscheinlich das Product sehr verschiedener Mischungen von Kali und Kalkfeldspath sein können. (Vergl. die Plagioklase von Lille Frogner und Svenoer.)

Um eine leichtere Uebersicht über die oben erörterten physikalischen Beziehungen der asymmetrischen Kalifeldspäthe von Pantelleria zu den chemisch verwandten isomorphen Mischungen und ihren Grundverbindungen zu erhalten, möge hier eine Zusammenstellung der für den Vergleich wichtigsten Eigenschaften dieser Feldspäthe und andererseits kalifreier ähnlicher Mischungen sowie der des Mikroklin, des Albit, des Natron- und des Kali-Orthoklases folgen:

	Spec. Gewicht	Axenwinkel		Lage des rhombischen Schnittes auf 010 gegen 001	Verhalten der ersten Mittelinie		Optischer Axenwinkel			Auslöschungsschiefe	
		α	γ		Charakter derselben	Neigung ders. geg. 010	Grösse	Dispersion	Verhalten bei erhöhter Temperatur	auf M(010)	auf P(001)
Albit,	2,61	94° 4′	88° 8′	13—22°	positiv	73° 43′	80° 5′	$\varrho < v$	unveränd.	18° 24′	5°
Oligoklas-Albit *),	—	—	—	—		—	86 5	$\varrho < v$		11 40	2 33′
Mikroklin-Oligoklas-Albit,	2,60	92 16	90 10	$\bar{2}^0$—$\bar{5}^0$	negativ	4 11	53 42	$\varrho > v$		6 12	5
Mikroklin-Albit,	2,57	90 33	90 4		negativ	1 17	48 30	$\varrho > v$	merklich verändert	9 36	2
Mikroklin	2,55	90 22	90 ca.		negativ	17 40	87° 54′-89° 56′	$\varrho < v$ ($\varrho > v$)	unverändert	4°—7°	15 30
Kali-Orthoklas,	2,55	90	90		positiv	0	69° 43′	$\varrho < v$	sehr stark verändert	5°	0
Natron-Orthoklas	2,58	90	90		negativ	0	42 43	$\varrho > v$		9 30	0

*) Oligoklasalbit von Sobboth; siehe cit. Arb. von M. Schuster, S. 159.

Die Analysen haben bewiesen, dass in den von Pantelleria vorliegenden Feldspäthen der Kaligehalt viel constanter als der Kalkgehalt sei. Die Tabelle lehrte, dass dem letzteren ebenfalls, trotz seiner relativ geringen Quantität, ein erheblicher Einfluss sowohl auf das specifische Gewicht und den Krystallwinkel α, als auch auf die optischen Eigenschaften beizumessen sei. Die Untersuchung zeigte nun, dass die grösseren Unterschiede in der Menge desselben allerdings von der Beschaffenheit des Muttergesteins abhängen, wie dies bei dem Kaligehalt ebenso der Fall ist. Während der letztere im Feldspathe aber nur mit dem Gestein veränderlich gefunden wurde, zeigte der Kalkgehalt noch recht erhebliche Schwankungen unter Feldspäthen, welche zwar gleicher Gesteinmasse, jedoch genetisch getrennten Gebirgsgliedern entstammen, wie z. B. ein Vergleich zwischen den aus gleichartigen Gesteinen von ganz benachbarten Localitäten, aber aus verschiedenen Strömen abgeschiedenen Plagioklasen von Rakhalè und Khania beweist. Es findet sich hinsichtlich desselben sogar noch ein ziemlich grosser Unterschied zwischen Feldspäthen aus ein und demselben Gebirgsgliede, aber von verschiedenen Localitäten, wie sowohl ein Vergleich zwischen den Vorkommen von Gibele und Montagna grande, als auch zwischen den beschriebenen Orthoklasen lehrt. Unter den Feldspäthen beider Arten war gleichzeitig der Kaligehalt auf verschiedenen Fundorten völlig constant nachgewiesen. Die Schwankungen im Kalkgehalt erklären es aber zur Genüge, dass man sogar noch unter Feldspäthen, welche zweifellos dem Boden einer Fundstelle im engeren Sinne entstammen, noch erhebliche Unterschiede, sowohl in ihrem specifischen Gewicht, als auch was ihr optisches Verhalten anbelangt, nachweisen kann, wie die Grenzwerthe es lehrten; denn offenbar kommen auch unter solchen einzelnen Individuen noch merkliche Verschiedenheiten hinsichtlich ihres Kalkgehalts vor.

Solcher Schwankungen ungeachtet repräsentiren die Feldspäthe der Insel in ihrer Gesammtheit, ohne Rücksicht auf die Unterschiede des Muttergesteins, eine Reihe, welche in chemischer Hinsicht durch das ungewöhnliche Mengenverhältniss der beiden Alkalisilicate eine Zusammensetzung aufweist, die krystallographisch und optisch selbst noch unter verschiedenen Symmetrieverhältnissen zum Ausdruck gelangt. In dieser Eigenthümlichkeit zeigte sich die chemische Verwandtschaft der vorliegenden Mischungen zu den Feldspäthen beider Systeme, und gleichzeitig eine Abweichung von den gewöhnlichen Vertretern derselben. Die Untersuchung lehrte demgemäss, dass die Reihe dieser Verbindungen trotz der vorhandenen Symmetrieverschiedenheiten eine grosse Uebereinstimmung, sowohl in der scheinbaren und wahren Krystallgestalt, als auch in dem physikalischen Verhalten der einzelnen Glieder zeigt. Bei diesem Verhalten manifestirte sich das Bestreben des Natronorthoklases, durch Annäherung an den Albit bezw. an den Mikroklin, und auf der anderen Seite die Tendenz des Mikro-

klin-Albit durch Uebergang zum Natronorthoklas, sich nach den Bedingungen der Isomorphie so viel wie möglich krystallographisch und optisch einer Mittelform anzupassen. Die Feldspäthe Pantelleria's sind wegen dieser Eigenthümlichkeit ebenso wie die südnorwegischen dazu bestimmt, eine Kluft in der Feldspathgruppe auszufüllen, deren Ergänzung als eine weitere Bestätigung der Tschermak'schen Theorie angesehen werden muss. Das beobachtete physikalische Verhalten steht, wie die allmähligen Uebergänge in demselben bewiesen haben, mit der letzteren ebensowohl im Einklang, wie dies von Schuster für die kalifreien Mischungen nachgewiesen wurde.

Vom petrographischen Standpunkte ist bemerkenswerth, dass auch die Art des Vorkommens dieser mikroklinähnlichen Feldspäthe mit verstecktem Plagioklascharakter eine gewisse Analogie zu den Beziehungen des Natronmikroklins aus dem Zirkonsyenit aufweist. Der letztere kommt in Gemeinschaft einer an Eisen und Natron reichen Hornblende, des Arfvedsonit*), vor. Auf Pantelleria ist es ebenfalls ein kalireicher asymmetrischer Feldspath, welcher in Gemeinschaft eines ebenfalls durch seinen grossen Eisen- und Natrongehalt charakterisirten hornblendeartigen Minerals, des Cossyrit, den dort vorherrschenden Gesteinen ihr eigenthümliches Gepräge verleiht.

Anhang.

Umstehend befindet sich die Seite 146 erwähnte Tabelle der Winkeldistanzen der an der beschriebenen Platte beobachteten Beugungsbilder und der zugehörigen berechneten Werthe.

*) Cit. Arb. von C. Brögger, S. 264.

Beobachtungen			Berechnete Werthe für:				Farbe
			$e = 0{,}09287$		$e = 0{,}1840$		
Einstellung	Farbe	Intensität	n		n		
+ 6° 23′	grün	sehr schwach	—	—	+ 6	+ 6° 48′	grün
+ 5 20	gelb	schwach	—	—	+ 5	+ 5 8	gelb
+ 4 6	roth	stark	+ 2	+ 4° 30′	+ 4	+ 4 34	roth
+ 3 45	grün	-	+ 2	+ 3 26	+ 4	+ 3 28	grün
+ 3 5	roth	schwach	—	—	+ 3	+ 3 13	roth
+ 2 41	gelb	-	—	—	+ 3	+ 2 45	gelb
+ 2 31	grün	-	—	—	+ 3	+ 2 29	grün
+ 2 5	roth	sehr stark	+ 1	+ 2 1	+ 2	+ 2 2	roth
+ 1 47	gelb	-	+ 1	+ 1 43	+ 2	+ 1 46	gelb
+ 1 36	grün	-	+ 1	+ 1 34	+ 2	+ 1 36	grün
+ 1 1	roth	schwach	—	—	+ 1	+ 0 59	roth
+ 0 49	gelb	-	—	—	+ 1	+ 0 51	gelb
+ 0 39	grün	-	—	—	+ 1	+ 0 35	grün
0	weiss	sehr stark	Mittelbild				weiss
— 0 39	grün	schwach	—	—	— 1	— 0 44	grün
— 0 46	gelb	-	—	—	— 1	— 0 48	gelb
— 0 56	roth	-	—	—	— 1	— 0 54	roth
— 1 22	grün	stark	— 1	— 1 24	— 2	— 1 28	grün
— 1 32	gelb	-	— 1	— 1 32	— 2	— 1 33	gelb
— 1 46	roth	-	— 1	— 1 45	— 2	— 1 46	roth
— 2 5	grün	schwach	—	—	— 3	— 2 1	grün
— 2 17	gelb	-	—	—	— 3	— 2 17	gelb
— 2 30	roth	-	—	—	— 3	— 2 34	roth
— 2 42	grün	stark	— 2	— 2 43	— 4	— 2 44	grün
— 3 28	roth	-	— 2	— 3 19	— 4	— 3 20	roth
— 4 4	roth	schwach	—	—	— 5	— 4 5	roth
— 3 42	grün	stark	— 3	— 3 52	— 6	— 3 55	grün
— 4 46	grün	schwach	—	—	— 7	— 4 29	grün
— 4 59	grün	stark	— 4	— 4 58	— 8	— 5 3	grün
— 5 15	roth	schwach	—	—	— 7	— 5 6	roth
— 5 39	roth	stark	— 4	— 6 4	— 8	— 6 7	roth
— 6 34	gelb	sehr schwach	— 5	— 6 29	— 10	— 6 37	gelb

X. Mineralogische Mittheilungen.

Von

F. J. Wiik in Helsingfors.

(Hierzu Tafel V, Fig. 1—6.)

---

1. Kali-Natronmikroklas vom St. Gotthard.

Mit diesem Namen möchte ich einen Feldspathkrystall bezeichnen, welchen ich schon vor mehreren Jahren, während einer Reise in der Schweiz, bei Andermatt erworben habe. Obgleich äusserlich dem Adular ähnlich, zeichnet er sich doch durch einen eigenthümlichen triklinischen Habitus aus, der von einer einseitigen Vergrösserung der Flächen der Prismenzone herrührt. Eine nähere Betrachtung zeigt auch in der That, dass er triklinisch ist. Den Winkel P : M (001 : 010) habe ich im Mittel gleich 89^0 36′ gefunden, also demjenigen des Mikroklins ähnlich, von welchem der Krystall sich jedoch optisch unterscheidet. Noch bestimmter geht die triklinische Form aus einer Zwillingsbildung nach dem Albitgesetze hervor, wodurch der Krystall in zwei ungleiche Theile getheilt wird. In der Nähe der Zwillingsgrenze zeigt sich der Winkel P: M noch mehr von 90^0 abweichend: Eine Bestimmung von vier nahe aneinander liegenden Werthen des einspringenden Winkels gab im Mittel 2^0 49′, also für 001 : 010 einen Werth von 88^0 35′. Diese Ungleichförmigkeit in krystallographischer Beziehung zeigt, dass der Krystall nicht homogen ist; und auch andere Umstände sprechen dafür. Schon mit blossem Auge sieht man, wie beim Sanidin, auf der glänzenden Basisfläche (001) feine Linien, mit der b-Axe parallel gehend, welche sich unter dem Mikroskop als Reihen von kleinen Hohlräumen mit verhältnissmässig grosser Libelle erweisen. Diese Hohlräume haben die Form der Aetzfiguren des Adulars, sind höchstens 0,003 mm lang und befinden sich 0,009 mm unter der Oberfläche, mit welcher sie durch kleine Sprünge verbunden sind. Mit Fluorwasserstoffsäure geätzt, werden diese Lamellen stärker angegriffen als die übrigen Flächen und zeigen jetzt zahlreiche Aetzfiguren, denjenigen des Adulars ähnlich. Sie können also nicht aus Albit bestehen.

Die optische Auslöschung auf der 001-Fläche (0P) ist an verschiedenen Stellen etwas verschieden, zwischen 0 und 3° zur Kante $P : M$ (001 : 010) wechselnd. Auf der Fläche 010 ($\infty \breve{P} \infty$) zeigt sich auch eine Verschiedenheit des Auslöschungswinkels. Einige Platten zeigen 5° bis 6°, andere 7° bis 8° in derselben Richtung wie beim Albit, also negative Richtung nach Schuster's Auffassung. Wegen dieser Inhomogenität scheint es mir nicht der Mühe werth zu versuchen, die Constanten des Krystalls zu berechnen. Zur Kenntniss der krystallographischen Verhältnisse mögen folgende Winkelwerthe, mit denjenigen des Sanidins (nach vom Rath) zusammengestellt, genügen:

	Kali-Natronmikroklas vom St. Gotthard (Wiik):	Sanidin vom Vesuv (vom Rath):
001 : $\bar{1}$01 ($P : x$) =	50° 31′ 30″	50° 29′ 45″
110 : 1$\bar{1}$0 ($l : T$)	60 55	60 44
001 : 110 ($P : l$)	67 42 30	67 47
001 : 1$\bar{1}$0 ($P : T$)	67 51 15	67 47
$\bar{1}$01 : $\bar{1}\bar{1}$0 ($x : l$)	69 16	69 1 51
$\bar{1}$01 : $\bar{1}$10 ($x : T$)	68 57	

Die Formencombination besteht übrigens aus folgenden Flächen:

001	010	110	1$\bar{1}$0	130	1$\bar{3}$0	$\bar{1}$01	$\bar{2}$03	$\bar{1}$11	$\bar{1}\bar{1}$1
0P	$\infty\breve{P}\infty$	$\infty P'$	$\infty' P$	$\infty\breve{P}'3$	$\infty'\breve{P}3$	$,\breve{P},\infty$	$\frac{2}{3},\breve{P},\infty$	$,P$	$P,$

Den Natrongehalt dieses Feldspathes habe ich sowohl qualitativ durch die Methoden Boricky's und Szabo's, als auch quantitativ bestimmt. Aus einer Analyse, mit 0,7384 g des Minerals und mit Fluorwasserstoffsäure ausgeführt, ging hervor, dass der Feldspath sich als eine Verbindung von $3Ka_2Al_2Si_6O_{16}$ mit $2Na_2Al_2Si_6O_{16}$ auffassen lässt, wie folgende Zusammenstellung der gefundenen mit den berechneten Procentzahlen zeigt:

	Kali-Natronmikroklas vom St. Gotthard:		Berechnet:
SiO_2	66,40	(aus dem Verlust)	66,20
Al_2O_3	16,23	(0,1198 g)	18,87
Ka_2O	11,90	(0,1393 $KaCl$)	10,37
Na_2O	5,47	(0,0760 $NaCl$)	4,56
	100,00		100,00

Das spec. Gewicht des Feldspathes habe ich als Mittel von acht zwischen 2,54 und 2,59 variirenden Bestimmungen gleich 2,567 gefunden.

Diese krystallographischen, optischen und chemischen Verhältnisse des Krystalls lassen wohl keine andere Auffassung zu, als ihn als eine Verbindung von Kalifeldspath (Orthoklas) mit einem Natronfeldspath (Mikroklas oder vielleicht richtiger Mikroplagioklas), welcher letzterer als Lamellen parallel mit dem Orthopinakoid des vorigen, also wie Albit mit Mikroklin

verbunden ist. Diese Lamellen sind nun zum Theil oberflächlich verwittert, wodurch die obengenannten Hohlräume entstanden sind. Dass ein Natronfeldspath, obgleich in seiner Form mit derjenigen des Orthoklases nicht identisch, doch diesem viel näher als dem Albit stehend, existirt, das scheint mir übrigens aus mehreren in den letzten Jahren bekannten Vorkommnissen hervorzugehen, so z. B. dem Feldspath von Pantelleria (Natronorthoklas nach Förstner), dem Feldspath von Hohen Hagen (Oligoklas nach Klein), dem Feldspath von Fredriksvärn (Natronmikroklin nach Brögger). *Ka*-Orthoklas nebst *Na*-Mikroklas auf einer Seite (Typus I) und *Ka*-Mikroklin nebst *Na*-Plagioklas (Albit) auf der anderen (Typus II) sind also die vier Formen, worin die Verbindung $\overset{I}{R}_2 Al_2 Si_6 O_{16}$ auftritt. Die Verschiedenheit der zwei ersten und die der zwei letzten unter sich erklärt sich durch die qualitative Verschiedenheit des Alkalimetalls; die Ungleichheit des ersten und zweiten Typus unter sich durch eine verschiedene Stellung der Atome im Molekül, d. h. durch eine Isomerie, und beruht wie bei anderen isomeren Verbindungen auf äusseren Einflüssen, besonders der Temperatur, wie ja auch in der That die Verbindung Orthoklas-Mikroklas vorzugsweise in jüngeren (vulkanischen), Mikroklin-Albit dagegen in älteren (plutonischen) Gesteinen vorkommt. Wohl kommen die Feldspäthe des ersten Typus mit denjenigen des zweiten zuweilen zusammen vor, aber das ist ja auch der Fall mit anderen isomeren Verbindungen, z. B. Rutil und Anatas, Pyrit und Markasit. Eigenthümlich bleibt jedoch, dass die in chemischer Beziehung so ähnlichen *Ka*-*Na*-Feldspäthe höchstens homöomorph genannt werden können, während die in dieser Hinsicht verschiedenen *Na*-*Ca*-Feldspäthe Verbindungen eingehen, welche als wirklich isomorph anzusehen sind.

Zur näheren Kenntniss der Plagioklas-Reihe wird vielleicht folgende Mittheilung einen kleinen Beitrag geben.

2. Anorthoït von Sillböle (Fig. 1) und Lindsayit von Orijärvi (Fig. 2, 3 und 4).

Mit dem Namen Anorthoït habe ich eine Anorthitvarietät bezeichnet, welche sich sowohl durch ihre äussere Form, als durch ihre innere Beschaffenheit von dem gewöhnlichen Anorthit unterscheidet. Leider habe ich bisher nur einen einzigen Krystall davon gefunden, in einem rothen Kalkstein bei der Sillböle-Eisengrube eingewachsen. Dieser Krystall, von gelber Farbe, zeigt folgende in Fig. 1 abgebildete Combination:

$021\,(e)$	$0\bar{2}1\,(n)$	$201\,(t)$	$20\bar{1}\,(y)$	$110\,(l)$	$241\,(\beta)$	$24\bar{1}\,(v)$
$2\breve{P}'\infty$	$2'\breve{P}\infty$	$-2'\bar{P}'\infty$	$+2,\bar{P},\infty$	$\infty P'$	$4\breve{P}'2$	$4\breve{P},2.$

Folgende Zusammenstellung einiger Flächenwinkel zeigt die Uebereinstimmung mit dem Anorthit:

	Anorthoït von Sillböle:	Anorthit (berechnet):
$n : e =$	89° 19′	89° 24′
$e : y =$	84 35	84 22
$y : v =$	52 0	51 21

Andere Winkel sind wohl etwas mehr von den berechneten verschieden, aber dieses kann durch eine complicirte Zwillingsbildung erklärt werden, die sich übrigens theils durch gebrochene Flächen, besonders in der Zone *ntlv*, theils auch durch den eigenthümlichen Umstand documentirt, dass der Krystall, obgleich im Aeusseren ohne Zweifel triklinisch, doch optische Einaxigkeit mit negativem Charakter zeigt. Platten mit den brachydomatischen Flächen *n* und *e* parallel geschliffen, wie auch Splitter mit den Spaltungspinakoiden 001 und 010 parallel gehend, zeigen nämlich meistentheils Auslöschung parallel mit der Richtung ihrer Combinationskanten, d. h. mit der Brachyaxe (*a*); und eine Platte, normal gegen diese Richtung geschliffen, zeigte im convergenten Lichte das Interferenzbild optisch-einaxiger Krystalle. Nur an einigen äusserst dünnen Stellen der mit der 010-Fläche parallelen Platte konnte ich die optischen Verhältnisse des Anorthits bemerken, d. h. eine Auslöschung von ungefähr 38° zur Kante 010 : 001.

Auch die Analyse, obgleich ein Verlust des äusserst geringen Materials wegen nicht zu vermeiden war, zeigt die Zusammensetzung des Anorthits, nämlich SiO_2 (37—38 %), Al_2O_3 (32,2 %), CaO (13 %). Das Verhältniss $SiO_2 : Al_2O_3$ ist dasselbe wie bei normalem Anorthit, der CaO-Gehalt etwas weniger, in Uebereinstimmung mit den Anorthiten anderer finnischer Fundorte, bei welchen die Kalkerde durch Verwitterung zum Theil verschwunden ist. Diese Zusammensetzung, wie das spec. Gewicht (= 2,76) könnte jedoch auch auf Skapolith (zum Theil) hindeuten, und in der That könnte das obengenannte Missverhältniss zwischen dem Aeusseren und Inneren des Krystalls am Einfachsten dadurch erklärt werden, dass man ihn als einen Anorthit, der durch Molekularveränderung zum Theil in den mit Anorthit (wie schon Scheerer annahm) isomeren (oder vielleicht eher polymeren) Skapolith betrachtet.

Von allen mir bekannten Anorthiten zeigt nur die mit dem Namen Lindsayit bezeichnete Lepolithvarietät von Orijärvi Aehnlichkeit mit dem Anorthoït von Sillböle. In Platten, mit der Basisfläche 001 ($0P$) parallel geschliffen, zeigt auch der Lindsayit an einigen Stellen Auslöschung parallel mit der Kante 001 : 010. Meistentheils zeigt sich jedoch durch Verwitterung Aggregatpolarisation, besonders auf der Fläche 010($\infty\breve{P}\infty$), so dass eine Platte parallel mit dieser Fläche keine einheitliche Polarisation mehr aufweist. Hierdurch unterscheidet sich der Lindsayit von dem Lepolith, welcher im Inneren ganz frisch, nur, wie auch der Lindsayit, von einer dunk-

len, serpentinartigen Hülle umgeben ist. Es scheint also, dass der Lindsayit wie der Anorthoït ein durch molekulare Umlagerung in Skapolith übergegangener Anorthit ist, wobei jedoch die Skapolithsubstanz hier durch Verwitterung noch mehr verändert worden ist, so dass die Kalkerde (nach den Analysen Hermann's und Komonen's) ganz verschwunden ist, wie bei Gabbronit und anderen mehr verwitterten Skapolithvarietäten.

Auch in seiner äusseren Form unterscheidet sich der Lindsayit vom Lepolith und anderen Anorthitvarietäten. Die eingewachsenen oder isolirten, auf allen Seiten frei ausgebildeten Krystalle, von welchen ich einige in Fig. 2, 3 und 4 abgebildet habe, zeigen einen eigenthümlichen Hemimorphismus, wodurch sie im Durchschnitt eine trigonale Form erhalten, indem die Flächen 110, $\bar{1}10$ und $0\bar{1}0$ nebst dem basischen Flächenpaare (001 und $00\bar{1}$) als Hauptflächen ausgebildet sind, an die sich die übrigen 010, $\bar{1}30$, $\bar{1}\bar{1}0$, $02\bar{1}$ u. a. als Nebenflächen anschliessen. Die Krystalle sind übrigens ganz einfach, ohne äussere Spur von Zwillingsbildung, nur mit zuweilen vorkommender Zusammenwachsung von Individuen in paralleler Stellung (siehe Fig. 2 und 3).

Ein besonderes Gewicht möchte ich auf den Umstand legen, dass die Lindsayitkrystalle, wie auch der obengenannte Anorthoïtkrystall, nur Doma-Flächen mit dem Index oder Parameter 2, nicht solchen mit 1 aufweisen, denn auch Orthoklas und Albit, wenn sie wie diese Anorthitvarietäten in eingewachsenen Krystallen vorkommen, zeigen die Flächen $\bar{2}01$ und 021, während bei aufgewachsenen Krystallen das Doma $\bar{1}01$ ($\dot{P}\infty$ resp. $\bar{P}\infty$) gewöhnlich allein vorkommt. Ich sehe in diesem Umstande einen Grund zu einer Verdoppelung der Hauptaxe in dem für Feldspath allgemein angenommenen Axenverhältniss, wenigstens für die eingewachsenen Varietäten. Dadurch bekommt der obengenannte Anorthoïtkrystall folgende einfachere Bezeichnung: 011 (*e*), $0\bar{1}1$ (*n*), 101 (*t*), $10\bar{1}$ (*y*), 110 (*l*), 121 (*β*), $12\bar{1}$ (*v*).

Dass eingewachsene oder isolirte Krystalle die einfachsten Formen haben oder solche, welche man vorzugsweise als Grundformen bezeichnen kann, zeigen mehrere Beispiele: Pyrithexaëder und Granatdodekaëder in Thonschiefer, Fluoritoktaëder in Serpentin von Lupikko etc. In Hinsicht darauf möchte ich die trigonale Form der obengenannten Anorthitvarietäten als die eigentliche Grundform des Anorthites betrachten, welche also die Hälfte von derjenigen des Orthoklases und Albites bildet, da nämlich die einfachste prismatische Form dieser letzteren einen rhombischen Durchschnitt hat; und ich sehe hierin eine Bestätigung meiner früher ausgesprochenen Ansicht (diese Zeitschr. 7, 77), dass die einfachsten mit einander zu isomorphen Verbindungen, am nächsten zu Andesin, zusammentretenden Atomcomplexe (Grundmoleküle) des Albites und Anorthites durch die Formeln $Na_2Al_2Si_6O_{16}$ und $CaAl_2SiO_8$ ausgedrückt werden müssen, wodurch ihre resp. Molekularvolumina sich wie 2 : 1 verhalten.

Im Anschluss an das oben Angeführte möchte folgendes kurze Resumé meiner Untersuchungen finnischer Plagioklase am Platze sein. Von 25 Plagioklasarten, deren spec. Gewicht und optische Verhältnisse ich untersucht habe, sind folgende krystallisirt: nämlich drei Albite (spec. Gewicht zwischen 2,598 und 2,622, Auslöschung auf $P = +5^0$, auf $M = +22^0$ bis $+17^0 30'$), vier Andesine (spec. Gewicht = 2,670—2,675; Auslöschung auf P ungefähr 0^0, auf $M = -3^0$ bis -9^0) und vier Anorthite (spec. Gewicht = 2,760—2,777; Auslöschung auf $P = -36^0$ bis -38^0, auf M -36^0 bis -40^0); alle übrigen, also alle Oligoklase und Labradore, kommen nur krystallinisch vor. Von den vorigen wollte ich noch einen Anorthit von einem neuen Fundort (Ersby in Pargas) besonders hervorheben. Seine stets tafelartigen Krystalle mit den Flächen $0P$, $\infty P'$, $\infty' P$, $\infty \breve{P}' 3$, $\infty' \breve{P} 3$, $\infty \breve{P} \infty$ haben wie die obengenannten (Anorthoït und Lindsayit) eine trigonale Form (siehe Fig. 5), sind aber meistentheils mit der breiteren M-Fläche $(0\bar{1}0)$ aufgewachsen. Von den Labradorvarietäten (spec. Gewicht = 2,699—2,710) ist besonders ein Labrador von der Insel Åland hervorzuheben, dessen spec. Gewicht = 2,705, Auslöschung auf $P - 8^0$, auf $M - 19^0$, und welcher durch sein Vorkommen als grosse parallelepipedische Individuen in feinkörnigem Granitporphyr (Euritporphyr) bemerkenswerth ist. Ein damit fast identischer Labrador (specifisches Gewicht = 2,708, Auslöschung auf $P - 9^0$, auf $M - 20^0$) kommt in einem mit diesem Granitporphyr in genetischer Verbindung stehenden Dioritporphyr vor. Auch in einer feinkörnigen Modification der grossen Porphyrgranit-Formation (Rapakivi) Ost-Finnlands habe ich, neben dem gewöhnlichen mit Orthoklas (zum Theil wohl auch Mikroklas) vorkommenden grünen Oligoklas (Auslöschung auf $P + 2^0 30'$, auf $M + 7^0$), einen grauen Labrador (mit Auslöschung auf $P - 3^0$, auf $M - 14^0$) gefunden.

3. Ueber das Verhältniss der optischen und chemischen Eigenschaften des Pyroxens.

Als Zusatz zu meiner früheren Mittheilung in dieser Zeitschrift **7**, 78 kann ich jetzt Folgendes hinzufügen.

Diopsid von Achmatowsk: der Auslöschungswinkel $\gamma : c$ auf 010-Fläche $(\infty \breve{P} \infty) = 37^0 30'$; FeO nach Hermann gleich 9 %.

Diopsid, grauweiss, von Pargas (Storgård); $\gamma : c = 38^0$; FeO nach N. Nordenskiöld = 2,25 %.

Diopsid von Ala in Piemont; $\gamma : c = 39^0$ (nach Tschermak $= 38^0 54'$).

Diopsid vom Zillerthal; $\gamma : c = 38^0$ (nach J. Castrén $= 39^0$); FeO nach Wackenroder = 2,51 %.

Augit von Nordmarken; $\gamma : c = 45^0 45'$ (nach Tschermak $= 46^0 45'$); FeO nach Sjögren = 17,31 %.

Augit im Olivin-Diabas von Eura in West-Finnland. Der Auslöschungswinkel $\gamma : c = 46^0$; FeO, nach einer schon vor längerer Zeit von mir ausgeführten Analyse, gleich 18,35 %.

Ich habe in Fig. 6 die optisch-chemischen Verhältnisse des Pyroxens durch eine Curve (I) graphisch darzustellen versucht, wobei besondere Rücksicht auf Nr. 1, 9, 12 und 17 *) in der früher (l. c.) angeführten tabellarischen Zusammenstellung genommen worden ist, weil diese vorzugsweise Thonerde-freie Verbindungen von $(CaMg)SiO_3$ und $(CaFe)SiO_3$ zu sein scheinen. Auf der Abscissenaxe (X-Axe) sind die Eisenoxydul-Procentzahlen, auf der Ordinatenaxe (Y-Axe) der Auslöschungswinkel $\gamma : c$ in Graden angegeben. Wie man sieht, erreicht diese Curve ihr Maximum oder ihren grössten Werth von y bei einem Werthe von $x = 29$, d. h. bei der Verbindung $(CaFe)SiO_3$ ($FeO = 29,03$ %), deren Auslöschungswinkel $\gamma : c$ also $= 48^0$ gesetzt werden kann.

Es finden sich jedoch Pyroxene, welche der durch diese Curve repräsentirten Reihe nicht angehören. Herr Cand. J. Castrén hat mir mitgetheilt, dass er einen Augit aus Basalttuff von Teplitz untersucht und seinen Auslöschungswinkel ungefähr gleich 45^0 gefunden habe, welcher nach obengenanntem Gesetze einen grösseren Eisenoxydulgehalt als den von Rammelsberg im »Thonerde-Augit« von Schima in Böhmen gefundenen (= 5,45 %) erfordern solle.

Diese Mittheilung veranlasste mich zu einer Untersuchung von Platten des Augit aus der Basaltwacke von Schima, mit der 010-Fläche parallel geschliffen; und ich fand in der That den Auslöschungswinkel $\gamma : c$ gleich $46^0 30'$. Daneben untersuchte ich Augit vom Etna (Monti Rossi) und fand bei den grösseren Krystallen den Winkel $\gamma : c$ gleich 48^0, und bei dem in mikroskopischen Krystallfragmenten in vulkanischer Asche vorkommenden Augit denselben Winkel $= 50^0$, während nach den Analysen von Rammelsberg und S. v. Waltershausen der FeO-Gehalt nur bis zu resp. 7,89 und 11,39 % steigt. Wenn man diese Daten mit den von Tschermak (Ueber Pyroxen und Amphibol, Mineral. Mittheilungen 1871) mitgetheilten optischen Verhältnissen des Augit vom Vesuv ($\gamma : c = 45^0 30'$ und 49^0; FeO nach Wedding, Rammelsberg u. A. zwischen 4,55 und 9,08 %) und des Augit von Frascati ($\gamma : c = 54^0$; FeO nach Klaproth = 10,80 %) zusammenstellt, so kommt man zu einer neuen Serie von Pyroxenen, in jüngeren vulkanischen Gesteinen vorkommend, welche sich durch eine Curve darstellen lässt, deren Anfang ich, so gut es gegenwärtig geschehen kann, in Fig. 6 II gezeichnet habe. Diese Curve verhält sich, wie es scheint, zu der Y-Axe auf dieselbe Weise, wie die Curve I

*) Bei diesem letzten (rother Malakolith von Stansvik) ist aus Versehen der FeO-Gehalt zu 20,44 % anstatt 18,85 angegeben.

zur X-Axe, und scheint ihr Maximum oder grösster Werth bei $x = 14$—15 zu sein, d. h. bei einem FeO-Gehalt von der Hälfte des grössten Werthes des Eisenoxydul-Gehaltes der gemeinen, in alten Gesteinen vorkommenden, Thonerde-freien Pyroxene.

Wie man schon lange eine basaltische Hornblende von der gemeinen unterschieden hat, so hat man also auch in der Pyroxengruppe einen entsprechenden basaltischen Augit zu unterscheiden. Dass übrigens auch die basaltische Hornblende in optischer Hinsicht sich von dem gewöhnlichen, in älteren Gesteinen vorkommenden Amphibol verschieden verhält, habe ich durch Untersuchung der Hornblende in Basaltwacke von Schima constatirt. Die Auslöschungsschiefe $\gamma : c$ dieser Hornblende auf der 010-Fläche ist nämlich nur 10°, während ihr Thonerdegehalt gleich 17,59% ist. Sie kann also nicht in die früher (diese Zeitschr. **7**, 79) angeführte Serie gestellt werden. Dieses kann dagegen mit einer lichtgrünen Hornblende geschehen, die mit Malakolith zusammen in schwarzem Hornblendeschiefer bei St. Michel in Finnland vorkommt, und deren $\gamma : c$-Winkel ich gleich 18° gefunden, welches mit ihrem geringen Thonerdegehalt (3% nach einer Analyse von Stud. W. Ramsay) im Einklang steht.

Doch sind die Daten über die complicirten optisch-chemischen Verhältnisse des Amphibols noch allzu wenige, um gegenwärtig etwas Bestimmteres darüber auszusprechen.

XI. Die Bestimmung der Borsäure in Borosilicaten.

Von

C. Bodewig in Cöln.

Gelegentlich der Untersuchung des Danburites aus der Schweiz machte ich die Erfahrung, dass die in den Lehrbüchern der analytischen Chemie gegebenen Vorschriften zur Trennung der SiO_2 von des B_2O_3 wenig genau sind, völlig unbrauchbar die Methode der Reinigung des $KBFl_4$ von eingemengtem K_2SiF_6 durch einmaliges oder nach Fresenius durch sechsmaliges Abdampfen der Lösung mit NH_3.

Zur Scheidung der SiO_2 von der B_2O_3 sind zwei Methoden im Gebrauche. Das Mineral wird mit der vierfachen Menge K_2CO_3 oder Na_2CO_3 (je nachdem man die Borsäure nach Stromeyer oder Marignac bestimmen will) geschmolzen, die Schmelze mit heissem Wasser bis zum Zerfallen digerirt, dann zerrieben und ausgekocht. Den Rückstand wäscht man mit heissem Wasser, dann mit Wasser, dem ein Tropfen einer Lösung von $Am_4C_3O_8$ zugesetzt ist, aus und dampft die vereinigten alkalischen Flüssigkeiten in einer Platinschale zu mässiger Concentration ein. Die in der alkalischen Flüssigkeit gelöste SiO_2 scheidet man nun entweder durch Zusatz von $Am_4C_3O_8$ und spätere Behandlung des Filtrates mit ammoniakalischer Zinkoxydlösung ab, oder man fügt $AmCl$ in hinreichender Menge hinzu.

Bei der ersten Methode fügt man zu dem mässig concentrirten Auszuge der kalischen Schmelze so viel $Am_4C_3O_8$, dass alles Na_2CO_3 oder K_2CO_3 in $NaHCO_3$ etc. übergeführt wird, wozu die $2\frac{1}{2}$fache Menge an $Am_4C_3O_8$ hinreichen dürfte. Man erhitzt die kalische Lösung auf dem Wasserbade, fügt die Lösung des kohlensauren Ammons hinzu und dampft bei singendem Wasserbade nöthigenfalls unter Ersatz des Wassers so lange ab, bis die Flüssigkeit nur noch wenig nach Ammon riecht. Man filtrirt, wäscht die SiO_2 etc. circa 10 Mal mit Wasser, dem ein Tropfen kohlensaure Ammonlösung zugesetzt wird, aus und dampft ein, bis alles kohlensaure Ammon ausgetrieben*). Man fügt nun nach Rose, Bd. II, S. 732 eine geringe

*) Sollte sich hierbei noch SiO_2 abscheiden, so ist diese selbstredend durch Filtriren zu entfernen.

Menge ZnO in NH_3 gelöst hinzu, raucht alles NH_3 fort und filtrirt von $H_2ZnO_2 + ZnSiO_3$ ab. Will man die B_2O_3 nach Marignac bestimmen, so engt man das Filtrat ein, neutralisirt mit HCl, fügt $MgCl_2 + 6H_2O$ und $AmCl$ hinzu, so dass die Menge des krystallisirten $MgCl_2$ dem 11 fachen der zu erwartenden B_2O_3 entspricht, übersättigt mit NH_3 und dampft die Flüssigkeit unter stetem Ammoniakalisch-halten zur Trockene. Entsteht bei Zusatz von NH_3 ein Niederschlag, so fügt man noch $AmCl$ hinzu.

Die trockene Masse wird zur Verflüchtigung des $AmCl$ vorsichtig erhitzt, dann zur Rothgluth gebracht, um die borsaure Magnesia unlöslicher zu machen. Man übergiesst mit heissem Wasser, wäscht den Rückstand aus und dampft das Filtrat nach Zusatz von etwas $MgCl_2$ und $AmCl$ wie oben noch einmal ein. Die Rückstände mischt man sorgfältig, feuchtet mit Wasser an, trocknet und glüht stark. Diese Operation wiederholt man, um das Magnesiumoxychlorid so weit wie möglich zu zersetzen. In dem auf diese Weise erhaltenen Rückstande bestimmt man wie weiter unten angegeben MgO, Cl, (und SiO_2).

Da bei Rose nicht angegeben ist, ob man die Zinklösung der verdünnten oder concentrirten alkalischen Flüssigkeit zusetzen soll, so wurde zuerst das Verhalten des ZnO gegen eine Lösung von Na_2CO_3 und K_2CO_3 festgestellt. Vier Gramm entwässertes Na_2CO_3 oder K_2CO_3 wurden in 60 ccm H_2O gelöst, 5 ccm Zinkoxydlösung hinzugefügt und unter Ersatz des H_2O so lange abgeraucht, bis einige Tropfen der Lösung Nessler'sches Reagens nicht mehr trübten. Das Filtrat blieb, mit der gleichen Menge H_2O verdünnt, klar, trübte sich indessen beim Zusatz von $HAmS$ durch Abscheidung von ZnS. Eine Lösung der Alkalien von 1 : 50 löst kein ZnO auf. Die Abscheidung des letzten Restes der SiO_2 (nach der Behandlung mit $Am_4C_3O_8$) geschah deshalb in obiger Verdünnung und zwar wurden 10 ccm Zinklösung verbraucht.

Andererseits wurde die kalische Lösung bis auf 60 ccm concentrirt, so lange Zinkoxydlösung zugegeben, bis ein weiterer Zusatz zu einer filtrirten Probe keinen Niederschlag mehr erzeugte, die Lösung dann wie oben verdünnt und alles NH_3 abgeraucht, wobei in beiden Fällen das verdampfte H_2O ersetzt wurde.

Die ersten Borsäurebestimmungen geschahen beim Danburit als $KBFl_4$.

Die nur kohlensaures und borsaures Kali enthaltende Lösung wurde mit HFl übersättigt (während welcher Operation die Platinschale mit einem paraffinirten Uhrglase bedeckt wurde), so dass beim Abrauchen HFl hinwegging, zur Trockene gebracht und nach Rose Bd. II, S. 725 oder Fresenius Bd. I, S. 423 behandelt. Das gewonnene $KBFl_4$ erwies sich mit K_2SiFl_6 verunreinigt, trotzdem die angewandten Materialien kieselsäurefrei waren.

Das von Dr. Roth & Co. bezogene K_2CO_3 enthielt in 20 g 0,0012 SiO_2, die HFl war vollkommen rein.

Behufs Reinigung des $KBFl_4$ wurde die von Fresenius Bd. I, S. 424 angegebene Methode des sechsmaligen Abdampfens der Lösung des Salzgemisches mit NH_3 benutzt. Die wiederholt ausgeführten Bestimmungen nach dieser Methode ergaben ganz unbrauchbare Zahlen, indem sich das Gewicht des $KBFl_4$ um $\frac{1}{3}$ verminderte, ohne indessen frei von K_2SiFl_6 zu sein.

Der Grund hiervon liegt, wie ich später fand, darin, dass sich das $KBFl_4$ durch Abrauchen mit H_3N vollständig zersetzen lässt. Cfr. Beleg-Analysen 1. 2. 3. 4.

In Folge der auf obige Weise erhaltenen schlechten Resultate sah ich mich genöthigt, zur Marignac'schen Methode überzugehen.

Da eine einmalige Behandlung mit Zinkoxydlösung nicht genügt hatte, um alle SiO_2 hinwegzuschaffen, so wurde der Zusatz von 10 ccm Zinklösung wiederholt.

Hierdurch gelang es, alle SiO_2 zu entfernen. Die erhaltene $Mg_2P_2O_7$*) liess sich beim Glühen vollständig weiss brennen, wie sich denn auch durch Lösen der Magnesiaborate etc., Abdampfen und Trocknen bei 120° keine SiO_2 nachweisen liess. Wenn man nun auch auf diese Weise alle SiO_2 fortschaffen kann, so scheint doch gleichzeitig etwas Borsäure an Zink gebunden sich auszuscheiden. Die auf diese Weise erhaltenen Borsäurebestimmungen fallen etwas niedrig aus (siehe die Analyse der Schweizer Danburite, diese Zeitschrift 7, 391), in einem Falle erhielt ich nur 27,3 %, ohne dass ich mir bewusst wäre, einen Fehler gemacht zu haben. Es wurde deshalb die Methode der einmaligen Fällung mit Zinkoxydlösung von Neuem versucht, aber mit der Vorsicht, den letzten Rest der SiO_2 im Magnesiaborate durch Lösen desselben in HCl und Trocknen bei 120° zu bestimmen. Es ergab sich das eigenthümliche Resultat, dass die Borsäurebestimmungen um bis 2% zu hoch ausfielen, siehe Analysen 5, 6, 7 und 8. Eine Prüfung des ammoniakalischen Filtrates von der Magnesiabestimmung gab mit $HAmS$ versetzt einen Niederschlag von ZnS. Es hatte sich also in der kalischen Flüssigkeit, welche auf $1 Na_2CO_3$ 50 ccm Wasser enthielt, kieselsaures Zink gelöst.

Die Anwesenheit der Kieselsäure und des Zinkes rührt nicht etwa daher, dass das NH_3 nicht vollständig hinweggeraucht war, die Abwesenheit derselben war im Gegentheil durch Nessler'sches Reagens festgestellt worden.

Es dürfte sich somit empfehlen, die Abscheidung auf anderem Wege zu

---

*) Die $MgAmPO_4 + 6H_2O$ wurde nach dem oberflächlichen Auswaschen in HCl gelöst und noch einmal mit NH_3 gefällt.

versuchen, nämlich mit $AmCl$. Man setzt zu dem mässig concentrirten Auszug der kalischen Schmelze so viel $AmCl$, dass alles vorhandene Alkali neutralisirt wird.

Hierzu gebraucht man bei Anwendung von Na_2CO_3 etwas mehr als die gleiche Menge, bei Anwendung von K_2CO_3, $\frac{4}{5}$ an $AmCl$. Dampft man die Flüssigkeit (nöthigenfalls unter Ersatz des H_2O) so lange ab, bis alles NH_3 verschwunden und die Lösung neutral reagirt, so befindet sich nach dem Auswaschen der SiO_2 noch circa $2\frac{1}{2}$% derselben in Lösung; cfr. Analyse 9.

Die Abscheidung der SiO_2 geschah hierbei in ziemlich concentrirter Lösung, auf 4 g angewandten Na_2CO_3 circa 60 ccm Salpetersäure, wobei jene sich körnig ausschied. Wie die Analyse zeigt, war hierbei ein Verlust an Borsäure zu verzeichnen *).

Bei Analyse No. 10 geschah die Abscheidung der SiO_2 in verdünnterer Lösung 4 : 120, wobei das NH_3 unter Ersatz des H_2O bis zu geringer Menge abgeraucht wurde. Der flockige Niederschlag der SiO_2 wurde mit Wasser, dem ein Tropfen NH_3 zugesetzt war, vollständig ausgewaschen. In diesem Falle blieben circa $4\frac{1}{2}$% sämmtlicher SiO_2 in Lösung.

Bei Anwendung der Marignac'schen Methode mischt sich diese SiO_2 als $MgSiO_3$ dem Magnesiaborate etc. bei. Es ist daher nöthig, statt der 11-fachen Menge $MgCl_2 + 6H_2O$ von der zu erwartenden B_2O_3, die 14-fache Menge zu nehmen. Beim Eindampfen der $MgCl_2$-haltigen Lösung scheidet sich bei einer gewissen Concentration diese $MgSiO_3$ ab. Dieselbe lässt sich indessen nicht abfiltriren, da sie etwas borsaure Magnesia mitreisst. Man hat mithin im Magnesianiederschlage zu bestimmen MgO, Cl und SiO_2.

Letztere bestimmt man durch Lösen eines Theiles des Magnesianiederschlages in HCl, Abdampfen und Trocknen bei 120°. Man kann das Trocknen bei 120° nach Eindampfen des Filtrates noch einmal wiederholen. Zur Chlorbestimmung übergiesst man einen andern Theil des Magnesianiederschlages mit concentrirter HNO_3, lässt in der Kälte 12—24 Stunden bis zur vollständigen Lösung stehen, filtrirt und fällt mit $AgNO_3$, nachdem man die Lösung mit H_2O bis zum doppelten Volumen verdünnt hat. Will man die Borsäure als $KBFl_4$ bestimmen, so muss man das überschüssig zugesetzte $AmCl$ durch $HKaO$ zerstören, dann eine genügende Menge $HKaO$ (2 Moleküle HKO auf 1 Molekül B_2O_3) zufügen und soviel HFl, dass beim Abdampfen HFl hinweggeht, was man durch Lackmuspapier constatirt. Man behandelt die trockene Masse nach Rose Bd. II, S. 725 oder Fresenius Bd. I, S. 423. Das $KBFl_4$ ist nun mit K_2SiFl_6 verunreinigt. Die Menge des letzteren bestimmt man nach der Methode von Berzelius, Rose Bd. II, S. 681. Cfr. Analysen No. 11 und 12. Diese Methode hat das Unangenehme, dass jeder Verlust an SiO_2 den Verlust an K_2SiFl_6 vervier-

*) Siehe Verhalten des Borax gegen Am_2SO_4 am Schlusse dieses Aufsatzes.

facht. Es ist deshalb auf die Bestimmung der SiO_2 die grösste Sorgfalt zu verwenden und die Lösung des Zinkniederschlages nach dem Abdampfen wiederholt bei 120° zu trocknen.

Scheidet man die letzten Reste der SiO_2 durch einmalige Behandlung mittelst Zinkoxydlösung ab, so bleibt wie früher angegeben (Analyse 5, 6, 7, 8), Zinkoxyd + SiO_2 in der kalischen Flüssigkeit gelöst. Bei der Bestimmung des B_2O_3 als $KBFl_4$ bleibt dieses ZnO als $ZnFl_2$ beim $KBFl_4$, da es bei der Behandlung mit einer Lösung von essigsaurem Kali wohl nur zum Theil in Lösung geht. Man erhält hierdurch ein Plus an B_2O_3, welches übrigens, da das $ZnFl$ als $KBFl_4$ gewogen wird, nicht bedeutend ist. Bei einer Menge ZnO, welche bei der Methode nach Marignac ein Plus von 2 % ergeben würde, ergiebt sich das Plus nach der Stromeyer'schen Methode höchstens auf $\frac{1}{3}$ dieser Menge, also auf circa 0,6—0,7 %. Die Analyse No. 12 zeigt daher trotz der Bestimmung der K_2SiFl_6 ein Plus, jedenfalls vom eingemengten $ZnFl_2$ herrührend.

Verhalten des $KBFl_4$ gegen NH_3.

1) 0,8734 g Danburit aus der Schweiz gaben = 0,9154 $KBFl_4$ (berechnet 0,8972). Nach sechsmaligem Abdampfen mit NH_3 (circa $\frac{1}{2}$ ccm jedesmal), und Behandeln mit essigsaurer Kalilösung etc. blieben als Rest 0,6054 g $KBFl_4$, welche noch sauer reagirten und in kalte HSO_4 eingetragen brausten.

2) 0,9606 g Datolith von Bergenhill gaben = 0,7576 $KBFl_4$, theoretisch 0,7586. Nach sechsmaligem Abdampfen mit HN_3 blieben 0,5272 g.

3) 0,9168 $KBFl_4$, selbst dargestellt, weder auf Lackmuspapier einwirkend, noch in kalte H_2SO_4 eingetragen Gasblasen entwickelnd.
Nach sechsmaligem Abdampfen der Lösung mit je 1 ccm NH_3 und Behandeln mit essigsaurer Kalilösung etc. blieben 0,7142 g.

4) 1,2595 g nur einmal mit 1 ccm NH_3 abgeraucht und wie oben behandelt, blieb als Rest 1,2102 g. Es waren mithin 0,0493 g zersetzt worden. Das Filtrat gab mit $CaCl_2$ einen starken Niederschlag von $CaFl_2$, gerade wie No. 3, während eine Lösung von $KBFl_4$ mit $CaCl_2$ **keinen** Niederschlag erzeugt.

SiO_2 nur einmal mit ZnO gefällt.

No. 5.

0,9522 g Danburit von Russell gaben = 0,9394 Gesammt-Magnesia-Niederschlag.

0,3730 g Danburit von Russell gaben = 0,7196 $Mg_2P_2O_7$, 0,0018 SiO_2, ZnO nicht bestimmt.

0,5664 g Danburit von Russell gaben = 0,0146 $AgCl$. Hieraus B_2O_3 = 29,1 %.

No. 6.

0,9363 g Danburit gaben = 0,8592 Gesammt-Magnesia-Niederschlag.
0,3454 g Danburit gaben = 0,6393 $Mg_2P_2O_7$ und 0,0024 SiO_2.
0,5138 g Danburit gaben = 0,0101 $AgCl$ + 0,0055 ZnO.
Hieraus B_2O_3 = 28,61 %.

No. 7.

0,9340 g Datolith gaben = 0,8188 Gesammt-Magnesia-Niederschlag.
0,2892 g Datolith gaben = 0,6005 $Mg_2P_2O_7$ + 0,0025 SiO_2 + 0,0013 ZnO.
0,5296 g Datolith gaben = 0,0066 $AgCl$ = 20,70 % B_2O_3.

No. 8.

0,8736 g Datolith gaben = 0,7978 Gesammt-Magnesia-Niederschlag.
0,3310 g Datolith gaben = 0,6670 $Mg_2P_2O_7$. 0,0041 SiO_2.
0,4668 g Datolith gaben = 0,0054 $AgCl$.
Die Zn-Bestimmung ging verloren.
Aus obigen Daten berechnen sich 23,6 % B_2O_3.

No. 9. Fällung mit $AmCl$, Lösung neutral.

0,8834 g Datolith gaben = 0,7255 g Gesammt-Magnesia-Niederschlag.
0,3261 g Datolith gaben = 0,0107 SiO_2, 0,6473 $Mg_2P_2O_7$.
0,3994 g Datolith gaben = 0,008 $AgCl$.
Hieraus B_2O_3 = 20,36 %.

No. 10. Fällung mit $AmCl$, Lösung ammoniakalisch.

0,9663 g Datolith gaben = 0,8570 Gesammt-Magnesia-Niederschlag.
0,3890 g Datolith gaben = 0,0193 SiO_2 + 0.7675 $Mg_2P_2O_7$.
0,4680 g Datolith gaben = 0,0036 $AgCl$.
Hieraus B_2O_3 21,1 %.

No. 11. Bestimmung des K_2SiFl_6.

Käufliches K_2SiFl_6 wurde umkrystallisirt und einer Analyse unterworfen. 0,4957 g gaben = 0,1345 SiO_2 statt 0,1352. Methode nach Berzelius.
0,1027 g K_2SiFl_6 mit circa 1 g $KBFl_4$ gemischt gab 0,0268 SiO_2 statt 0,0280 SiO_2.

No. 12. Datolith einmal mit ZnO behandelt.

0,9930 g Datolith gaben = 0,8296 $KBFl_4$ + $KSiFl_6$ (+ $ZnFl_2$?).
Das K_2SiFl_6 mit ZnO in Ammoniak gefällt, ergab:
0,0151 SiO_2 = 0,0556 K_2SiFl_6.
Hieraus B_2O_3 = 21,6 %.

Basenbestimmung des Danburites von Russell, St. Lawrence Cty.

1) 0,7959 g Substanz gaben = 0,3875 g SiO_2; 0,1835 g CaO, 0,003 g $Fe_2O_3 + Al_2O_3$.
2) 0,9364 g Substanz gaben = 0,4555 g SiO_2; 0,2155 g CaO, 0,0032 g $Fe_2O_3 + Al_2O_3$.
3) 0,9171 g Substanz gaben = 0,4438 g SiO_2; 0,2112 g CaO, 0,0028 g $Fe_2O_3 + Al_2O_3$.

	1.	2.	3.	Mittel:
SiO_2	48,69	48,64	48,39	48,57
CaO	23,06	23,01	23,03	23,03
Al_2O_3 / Fe_2O_3	0,38	0,34	0,31	0,34
B_2O_3 aus No. 6				28,61
				100,55

Basenbestimmung des Datolithes von Bergenhill.

1) 1,0548 g Substanz gaben = 0,3962 g SiO_2; 0,3734 g CaO, 0,0015 g Fe_2O_3.
2) 0,9648 g Substanz gaben = 0,3610 g SiO_2; 0,3419 g CaO, 0,0011 g Fe_2O_3.
3) 0,9892 g Substanz gaben = H_2O (Methode Sipöcz) 0,0561 g.
4) 0,8569 g Substanz gaben = H_2O 0,0493 g.

	1.	2.	3.	4.	7.	10.	12.	Mittel:
SiO_2	37,56 %	37,41 %	—	—	—	—	—	37,48
CaO	35,40	35,44	—	—	—	—	—	35,42
Fe_2O_3	0,14	0,11	—	—	—	—	—	0,12
H_2O	—	—	5,67	5,75	—	—	—	5,71
B_2O_3	—	—	—	—	20,70	21,1	21,6	21,14
								99,87

Bei der Wasserbestimmung nach Sipöcz war das Na_2CO_3 vollständig geschmolzen. Der Rückstand war indessen nach der Behandlung mit H_2O noch Borsäure-haltig. Das CaO wurde wie beim Danburit zweimal gefällt, die SiO_2 nach Rose unter zweimaligem Trocknen der mit HCl übersättigten Schmelze bei 120°.

Das zu dieser Arbeit verwendete Material erhielt ich mit grosser Liberalität von der Firma Dr. Krantz in Bonn zur Verfügung gestellt.

Bestimmung der Borsäure durch Filtration.

Im 4. Hefte des American Chemical Journal 1882 findet sich eine titrimetrische Methode zur Bestimmung der Borsäure nach Edgar F. Smith. Diese Methode gründet sich auf die Reaction, dass Borax, $Na_2B_4O_7$, mit $MnSO_4$ sich in Na_2SO_4 und MnB_4O_7 umsetzt. Wendet man hierzu eine gemessene Menge $MnSO_4$ im Ueberschuss an, so lässt sich nach dem Abfiltriren des gefällten MnB_4O_7 der Ueberschuss an $MnSO_4$ durch

Titriren mit Chamäleon nach Vollhard bestimmen. Bei unlöslichen Boraten schmilzt Smith die Substanz mit einer gewogenen Menge Na_2CO_3, zieht mit Wasser aus, setzt der Lösung so viel Am_2SO_4 hinzu, dass jedenfalls eine der abgewogenen Menge kohlensauren Natrons äquivalente vorhanden ist, erwärmt, bis alles freie NH_3 ausgetrieben, und concentrirt. Man wäscht den Niederschlag sorgfältig aus und dampft das Filtrat aufs Neue ein. Diese Lösung soll nach Smith enthalten: borsaures und schwefelsaures Natron, sowie eine geringe Menge Am_2SO_4.

Zur Prüfung dieser Methode wurde 0,7454 g Datolith mit Na_2CO_3 geschmolzen und genau wie oben behandelt. Das kohlensaure Natron betrug (mit der Handwage, welche 0,01 g bequem anzeigt, abgewogen) 3 g, die Menge des zugesetzten Am_2SO_4, 4 g. Das kieselsäurefreie Filtrat wurde bis zu 50 ccm eingedampft, 42 ccm Mangansulfatlösung, welche im Liter 9,6 g $MnSO_4 + 5H_2O$ enthielt*), zugefügt und dann ein der Flüssigkeitsmenge gleiches Volumen Alkohol. Es entstand nur ein ganz geringer Niederschlag, welcher sich als manganfrei erwies. Ein erneuter Versuch mit Datolith ergab gleichfalls ein negatives Resultat.

Herr Smith nimmt an, dass in der mit Am_2SO_4 behandelten Lösung der Schmelze neben Na_2SO_4 und Am_2SO_4 noch $Na_2B_4O_7$ enthalten sei. Dieses schien mir nach obigen Erfahrungen unwahrscheinlich. Löst man gleiche Moleküle Borax und Am_2SO_4 in Wasser auf, so entwickelt sich ein starker Geruch nach NH_3, wobei sich wahrscheinlich, zum Theil wenigstens, $Am_2B_4O_7$ bildet.

Dampft man auf singendem Wasserbade ein, so giebt es bald einen Augenblick, wo die Flüssigkeit sauer reagirt, während ein über dieselbe gehaltenes befeuchtetes Lackmuspapier gebläut wird. Es hat mithin unter Verlust von NH_3 eine Zersetzung des borsauren Ammons stattgefunden. Die Lösung giebt mit $MnSO_4$ und Alkohol versetzt keinen oder nur einen geringen Niederschlag von borsaurem Manganoxydul. Eine grössere Menge Borax wurde mit Am_2SO_4 wie oben behandelt, das NH_3 so lange abgeraucht, bis die Lösung nur noch schwach nach NH_3 roch, während sie noch alkalisch reagirte, ein gleiches Volum Alkohol hinzugefügt und geschüttelt. Es bildete sich eine übersättigte Lösung von unzersetztem Borax, Am_2SO_4 und Na_2SO_4, welche sich von der alkoholischen Lösung schied. Letztere gab abgeraucht reine Borsäure, welche sich in Alkohol löste und mit HFl behandelt nur einen geringen Rückstand hinterliess.

Wie nun Herr Smith bei seinen Turmalin-Analysen nach seiner Methode zu demselben Resultate hat gelangen können, wie nach der Methode von Marignac, ist mir unerklärlich.

*) Seite 279 des Chemical Journal muss es bei 1) heissen: by dissolving 3 grams of anhydrous $MnSO_4$ in 500 H_2O.

XII. Ueber einige Mineralvorkommen bei Predazzo.

(Mittheilungen aus dem mineralogischen Laboratorium des Polytechnikums zu Karlsruhe. IV.)

Von

A. Cathrein in Karlsruhe i. B.

(Mit 3 Holzschnitten.)

---

1. Magneteisen von der Scolotta.

Dieser neue Fundort von Magnetit liegt in einem Tobel, welcher sich am Ostabhange des Monte Agnello im Nordwesten von Predazzo gegen die Val Sacina herabzieht. An der betreffenden Stelle durchsetzt ein Gang von Diabasporphyrit den Schlerndolomit. An der einen Contactfläche hat sich nun das Erz in Begleitung von Kalkspath und Granat ausgeschieden. Die Magnetitkrystalle zeigen lebhaften Metallglanz und stahlgraue Farbe. Ihre Dimensionen schwanken von 1 mm bis zu 1 cm. Da sich die einzelnen Individuen enge aneinander drängen, so ist ihre Entwicklung selten ringsum vollständig. Gewöhnlich finden sich folgende Formen combinirt:

$$\infty O(110),\ 5O\tfrac{5}{3}(135),\ 3O3(113),\ O(111)$$

Fig. 1.

in der Weise, wie es Figur 1 versinnlicht. Es ist dies genau jene Combination, welche Doelter vom Monte Mulat beschrieben hat*). Vorherrschende Gestalt ist immer das Dodekaëder, und während das Ikositetraëder und Hexakisoktaëder ziemlich gleichmässig entwickelt sind, ist das Oktaëder stets ganz klein und untergeordnet. Auf-

---

*) Beiträge zur Mineralogie des Fassa- und Fleimserthales II. Mineralog. Mittheilg. 1877, 75. Diese Zeitschr. 1, 515.

fallend ist die Verschiedenheit der Oberflächenbeschaffenheit der Formen, indem den Flächen von ∞O und O grosse Glätte und lebhafter Glanz eigen ist im Gegensatz zu den meist rauhen und matten $3O3$ und $5O\frac{5}{3}$. Charakteristisch ist für diese Krystalle die Zone von einer $3O3$-Fläche zur ∞O-Fläche, in welche das Hexakisoktaëder $5O\frac{5}{3}$ fällt. In derselben Zone findet man nun an manchen Krystallen, wenn auch schmal, doch äusserst glatt und glänzend, ein weiteres Hexakisoktaëder mit dem Zeichen $9O\frac{9}{7}$ (179) als **Abstumpfung der Combinationskanten zwischen ∞O und $5O\frac{5}{3}$.**

	Beobachtet:	Berechnet:
$531 : \bar{5}31$ =	19° 31′	19° 28′
$971 : \bar{9}71$	10 1	10 2
$971 : 917$	14 11	14 12

Dieses $9O\frac{9}{7}$ ist insofern von grösserem Interesse, als es für den Magnetit neu ist.

2. Scheelit vom Monte Mulat.

Altbekannt ist das Auftreten von Scheelit in den verlassenen Kupfergruben am Mulat-Berg nordöstlich von Predazzo. Liebener und Vorhauser haben die äussere Erscheinungsweise und Mineralassociation dieses Vorkommens näher erörtert*). Ueber die krystallographischen Verhältnisse vermissen wir jedoch bestimmte Angaben. In neuester Zeit wurden die seither sehr selten gewordenen Krystalle an einem neuen Orte am nordwestlichen Gehänge des Mulat reichlicher und schöner denn je wieder aufgefunden. Der Scheelit erscheint in Spalten des Diabasporphyrits in Begleitung von schwarzem strahligem Turmalin. Die gelben bis bräunlichgelben Krystalle differiren in ihrer Grösse bedeutend, indem sie von fast mikroskopischer Kleinheit mitunter eine Länge von 5 cm erreichen. Die grösseren lichter gefärbten Krystalle sind in Turmalin eingewachsen und durch zahlreiche Spalten und Risse spröde und brüchig, die kleineren dunkler gefärbten dagegen weit glänzender und fester und frei mit einzelnen Turmalinsäulchen aufgewachsen auf den Kluftflächen des Eruptivgesteins. Gerade diese Kryställchen sind es, welche in krystallographischer Beziehung eine formenreichere Entwicklung aufzuweisen haben, als die grösseren, sehr flächenarmen Individuen. An letzteren finden wir gewöhnlich die Combination:

$$P(111), \quad P\infty(101),$$

wobei letztere Form meist als ganz schmale gerade Abstumpfung der Polkanten der Grundpyramide n mit dem Basiskantenwinkel 49° 27′ erscheint, welche Gestalt überhaupt in allen Fällen den Habitus der Krystalle bedingt. Dazu tritt sehr selten und dann nur untergeordnet $0P(001)$.

*) Die Mineralien Tyrols, Innsbruck 1852, 234.

lichen Hornblendesäulchen und Magnetitoktaëderchen in einer Grundmasse, an deren Zusammensetzung sich neben spärlicher Basis vorherrschend Plagioklas betheiligt.

In Gestalt grösserer porphyrischer Einsprenglinge finden sich im Gestein Plagioklas, Hornblende, Biotit und Calcit. Die Natur dieses triklinen Feldspaths wurde durch mikrostauroskopische Bestimmung der Auslöschungsschiefen auf den Flächen $M = \infty \breve{P} \infty (010)$ und $P = 0P(001)$ von Spaltungsstückchen ermittelt, und ist der mittlere Winkel der Schwingungsrichtung zur stumpfen Kante $M : P$ auf $M - 5^0$, auf $P - 1^0$, welche Werthe einem Plagioklas von der Zusammensetzung $Ab_9 An_5$ entsprechen*), der in die Mitte zwischen Oligoklas und Andesin fällt**). Die Einsprenglinge von Hornblende zeigen nun zweierlei Beschaffenheit: entweder sind es die gewöhnlichen schwarzen basaltischen Hornblenden mit glasglänzenden Spaltungsflächen und undeutlicher Begrenzung, oder wir sehen wohl ausgebildete schwarze, oft von einer gelbbraunen Kruste überzogene Krystalle. Das geschilderte Gestein besitzt also die Zusammensetzung des Diorits und muss auf Grund seiner porphyrischen Structur den Porphyriten zugetheilt werden, wie dies auch Rosenbusch gethan hat***). Um die Analogie mit den Diabasporphyriten deutlicher zum Ausdruck zu bringen, wird man das Gestein von Roda als einen Dioritporphyrit bezeichnen. Der Ausdruck »Melaphyr« ist bei Abwesenheit von Olivin und Augit wohl nicht am Platze, es müsste denn Melaphyr zu einem vagen Begriffe werden in dem Sinne, wie man denselben in älterer Zeit für alle dunkeln aphanitischen Grünsteine in Anwendung brachte.

Der enge geognostische Verband und die petrographischen Uebergänge zwischen Diorit- und Diabasporphyriten, in Folge deren Doelter jene unter der Bezeichnung Hornblende-Melaphyr mit den Melaphyren vereinigt†), kann wohl nicht ein Grund gegen ihre systematische Trennung sein, da doch derlei Uebergänge bei jedem Gestein beobachtet werden können und zumal im Eruptivgebiete von Fleims und Fassa so regelmässig vorkommen, dass man mit Rücksicht darauf auch die Möglichkeit einer Unterscheidung der Begriffe Diorit, Diabas, Syenit u. s. w. zu bezweifeln versucht sein könnte.

Die grossen schönen Hornblendekrystalle, von denen oben die Rede war, lassen sich bei einiger Sorgfalt von dem Gestein isoliren.

Sie erscheinen ebenflächig und matt, auf Bruch- und Spaltungsflächen eigenthümlich schillernd und ziemlich stark magnetisch. Ihre Grösse variirt

*) Mineral. und petrogr. Mittheilg. 8, Tafel IV.

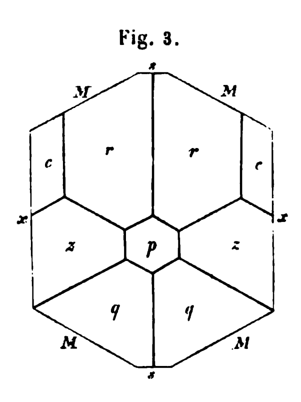
**) Sitzungsber. der Wiener Akad. der Wiss. 50, 22, 1864.

***) Mikroskop. Physiogr. der mass. Gesteine 1877, 291.

†) Ueber die mineral. Zusammensetzung der Melaphyre und Augitporphyre Südosttirols. Min. Mitth. 1875, 289—308.

sehr, so dass man von mikroskopischen Dimensionen eine Zunahme der Grösse bis zu mehreren Centimetern wahrnehmen kann. Einer der grösseren Krystalle ist 5 cm lang und 12 mm breit, der grösste erreicht sogar die ansehnliche Länge von 12 cm bei einer Breite von 4 cm. Der Habitus der Krystalle ist meist durch das Vorwalten der prismatischen Zone bedingt, doch findet man auch etwas kürzere gedrungene Gestalten, zu welchen auch einer der schönsten, im Besitze des Grossherzoglichen Naturalien-Cabinets zu Karlsruhe befindlicher Krystall gehört. Derselbe zeigt bei einer Länge von 4 cm und Breite von $2\frac{1}{2}$ cm in der Verticalzone bei vorwaltendem $x = \infty\grave{P}\infty(010)$ $M = \infty P(110)$ und ganz schmal $s = \infty\bar{P}\infty(100)$. Die Ausbildung des einen freien Pols ist in Figur 3 in gerader Projection auf die Horizontalebene dargestellt und zeigt folgende Flächen: $r = P(\bar{1}11)$, $q = -P(111)$, $z = 2\grave{P}\infty(021)$, $c = 3\grave{P}3(\bar{1}31)$, $p = 0P(001)$. Ein anderer Krystall mit derselben Säulenzone hat die Endflächen: $P(\bar{1}11)$, $0P(001)$, $2\grave{P}\infty$ (021), $3\grave{P}3(\bar{1}31)$, $-P(111)$, $-3\grave{P}3(131)$. Bei einem dritten Individuum fehlt $\infty\bar{P}\infty$ und ist $-P$ gross, $-3\grave{P}3$ klein ausgebildet. An einem weiteren herrscht ∞P gegen $\infty\grave{P}\infty$ vor, wieder bei einem anderen ist $3\grave{P}3$ gross neben $2\grave{P}\infty$ und P, während ein Krystall ohne deutliche Endflächen die Form des Strahlsteins repräsentirt mit ∞P und schmalen $\infty\grave{P}\infty$.

Fig. 3.



Neben diesen einfachen Krystallen kommen ebenso häufig Zwillinge vor nach dem gewöhnlichen Gesetz: Zwillingsebene das Orthopinakoid. Bei ihnen finden sich dieselben Flächen ein, wie bei den einfachen Individuen, jedoch sind sie im Allgemeinen formenärmer. Wir haben somit folgende Combinationen:

1) $\infty\grave{P}\infty(010)$, $\infty P(110)$, $\infty\bar{P}\infty(100)$ schmal, $2\grave{P}\infty(021)$, $-P(111)$ schmal, $0P(001)$ lang und schmal; 2) $\infty P(110)$, $\infty\grave{P}\infty(010)$, $\infty\bar{P}\infty(100)$ schmal, $2\grave{P}\infty(021)$, $0P(001)$, $-3\grave{P}3(131)$, $-P(111)$, letztere drei klein und schmal; 3) $\infty\grave{P}\infty(010)$, $\infty P(110)$ beide gleichmässig, $0P(001)$, $2\grave{P}\infty(021)$; 4) $\infty P(110)$, $\infty\grave{P}\infty(010)$, $-P(111)$ 5 cm lang. Der grösste bisher gefundene 12 cm lange und 4 cm breite Krystall ist ebenfalls ein Zwilling mit den Flächen $\infty\grave{P}\infty(010)$ vorwaltend, $\infty P(110)$, $\infty\bar{P}\infty(100)$ schmal, $-P(111)$, deren Flächen den ausspringenden Winkel zeigen, wie denn überhaupt nie einspringende Winkel beobachtet werden konnten.

Dieser makroskopischen Beschreibung der Hornblende von Roda seien noch einige mikroskopische Beobachtungen beigefügt. Merkwürdig ist es, dass die Dünnschliffe dieser Hornblende nie recht durchsichtig werden. Eine Betrachtung unter dem Mikroskop lehrt sofort die Ursache dieser Er-

scheinung kennen: die Krystalle sind nämlich durchschwärmt von zahllosen winzigen Magnetit-Oktaëderchen, die dann und wann nach geraden Linien und in paralleler Stellung dem Krystall eingeordnet zu sein scheinen. Nur kleine Partieen bleiben von diesen opaken Einschlüssen verschont; stets frei davon ist eine mehr oder weniger schmale Randzone, welche den Pleochroismus und eine durch Verschiedenheit der braunen Farbentöne hervorgerufene schöne Zonenstructur deutlich wahrnehmen lässt. Durch die Gegenwart dieser Interpositionen von Magnetit erklärt sich auch der merkwürdige Schiller auf Bruch- und Spaltungsflächen, sowie der Magnetismus der Krystalle. Die oben erwähnten Hornblenden ohne deutliche Krystallumrisse und mit den glasglänzenden Spaltungsflächen erscheinen dagegen in dünnen Lamellen vollkommen braun durchsichtig, da ihnen jene Einschlüsse von Magneteisen fehlen. Auch über die Natur der gelbbraunen Rinde, von welcher oben bemerkt wurde, dass sie häufig die Krystalle überzöge, konnte durch das Mikroskop ein Urtheil gewonnen werden. Zu dem Behufe wurde die Rinde von den Krystallen abgesprengt, was eben unschwer gelingt, und unter dem Mikroskop als ein Gemenge von Kalkspath mit Rutil in Form zarter Nädelchen von rothbrauner Farbe und diamantartigem Glanz im reflectirten Lichte erkannt. Die chemische Untersuchung konnte diese Erkenntniss nur bestätigen, indem einerseits durch Behandlung der Rindenschicht mit kalter Salzsäure sofort unter lebhaftem Aufbrausen der Calcit sich löste, andererseits die nunmehr isolirten Rutilnädelchen der Phosphorsalzperle die charakteristische violette Färbung ertheilten und im mikroskopischen Bild noch deutlicher ihre Eigenthümlichkeiten offenbarten. Der Rutil ist das färbende Element jener Krystallkruste.

4. Granat von der Malgola.

Südöstlich von Predazzo erhebt sich die classische Malgola. An ihrem nördlichen Abhange unweit Predazzo fanden sich im vergangenen Herbste auf Spalten des dort anstehenden glimmerreichen Diorits schöne bis zu 8 mm lange Granat-Krystalle von gelblichbrauner Farbe und lebhaftem Glanze. Sie stellen die Combination $2O2(112)$, $\infty O(110)$ dar, in ganz ähnlicher Ausbildung, wie sie von der Mussaalpe in Piemont bekannt ist. Die Flächen von $2O2$ sind im Gegensatz zu den ganz glatten und glänzenden Dodekaëderflächen parallel den Combinationskanten mit ∞O fein gestreift. Die Krystalle sind in bläulichem Kalkspath eingebettet und sitzen mit diesem wieder auf derbem Granat, welcher mit dem Diorit fest verwachsen ist.

5. Kalkspath von le Selle dei Monzoni.

In der mineralreichen Contactregion des Monzonits am Aufstieg zum Pass le Selle unweit der Fundstätte des braunen Granats wurden im letzten Jahre hübsche 1—3,5 cm lange, gelblich gefärbte Calcit-Krystalle entdeckt. Dieselben zeigen als vorwaltende Gestalt $-2R(02\bar{2}1)$, dessen Mittelkanten durch $\infty P2(11\bar{2}0)$ eine gerade Abstumpfung erfahren. Die Flächen von $-2R$ sind nicht eben, sondern zeigen eine schwache Convexität, welche in einer parallel der längeren Diagonale der Rhomben verlaufenden Linie ihren Höhepunkt erreicht, wodurch die Rhomboëderflächen in zwei Felder getheilt erscheinen. Diese Flächenkrümmung darf wohl auf oscillatorische Combination von $-2R(02\bar{2}1)$ mit einem $mRn(hkli)$ zurückgeführt werden.

XIII. Ueber Scovillit, ein neues Phosphat von Didym, Yttrium etc. von Salisbury, Conn.

Von

G. J. Brush und S. L. Penfield in New Haven*).

Im October des vergangenen Jahres erhielten wir von Herrn J. S. Adam, Chemiker des Eisenwerkes von Lime Rock, Conn., ein Mineral, welches er in geringer Menge als Incrustation auf einigen Eisen- und Manganerzen des Erzlagers von Scoville in Salisbury entdeckt und von dem er bereits gefunden hatte, dass es ein wasserhaltiges Phosphat wäre, zur näheren Untersuchung. Die uns zugegangenen Exemplare zeigten das Mineral als Ueberzug auf Brauneisenerz und Pyrolusit in derselben Weise, wie der Gibbsit von Richmond auf dem Limonit vorkommt. Die Dicke der Schichten betrug höchstens $^1/_{16}$ Zoll; dieselben waren meistens von nierenförmiger und stalaktitischer Gestalt, im Querbruch radialfaserig. Die Farbe ist röthlich, bräunlich bis gelblichweiss, der Glanz seidenartig bis glasig auf dem Bruche, während die natürliche Oberfläche ein fettiges Ansehen hat. Das Mineral gleicht daher in Glanz und Farbe, wie in der Art des Vorkommens, manchen Varietäten von Chalcedon oder Smithsonit. Härte 3½. Specifisches Gewicht 3,94—4,01.

Die vorläufige Untersuchung zeigte, dass die Substanz ein unschmelzbares wasserhaltiges Phosphat wäre, welches bei der Behandlung mit Kobaltsolution keine Färbung gab, dagegen beim Schmelzen mit Phosphorsalz und Borax sowohl in der Oxydations-, als in der Reductionsflamme eine auffallend rosenrothe Perle lieferte. Das Mineral ist in Salzsäure und Salpetersäure löslich. Die qualitative Analyse ergab im Wesentlichen, dass es ein wasserhaltiges Phosphat von Cer und Yttrium mit einer Spur von Eisen und ein wenig Kohlensäure wäre. Da jene seltenen Metalle sich nur in so wenigen Mineralen finden, und die Methoden ihrer Trennung und Bestimmung häufig mit Schwierigkeiten und Unsicherheiten verknüpft sind, so halten wir es für angezeigt, das bei den Analysen befolgte Verfahren im Detail anzugeben.

*) Aus dem Amer. Journ. of Sc. 1883 von den Verfassern mitgetheilt.

Das Mineral wurde in Salzsäure gelöst und die Metalle aus der sauren Lösung als Oxalate gefällt. Die durch Glühen dieses Niederschlages erhaltenen Oxyde waren in verdünnten Säuren leicht löslich; aus der hellrosafarbigen Solution wurde durch Zufügung einer Kaliumsulfatlösung ein Niederschlag von Sulfaten der Cermetalle abgeschieden, welcher, nachdem er zuerst von allen Spuren der Yttriummetalle befreit war, mit Bleisuperoxyd (Methode von Gibbs, Amer. Journ. of Sc. (2) **37**, 352) keine Reaction auf Cerium gab, dessen Auflösung aber, im Spektroskop untersucht, die charakteristischen Absorptionsbanden des Didym gab. Die essigsaure Lösung wurde mit Ammon übersättigt, der entstandene Niederschlag abfiltrirt und gut ausgewaschen; er gab, mit Jod bestreut, die charakteristische blaue Färbung, welche die Gegenwart des Lanthans anzeigt (s. Fresenius, qual. Anal.). In dem Filtrat von den gefällten Sulfaten der Cermetalle wurden die Yttriummetalle aus heisser saurer Lösung als Oxalate niedergeschlagen. Der Niederschlag hatte eine schwach rothe Färbung und gab nach dem Glühen und Wiederauflösen in Säuren vor dem Spektroskop die Absorptionsbanden des Erbiums. Das Funkenspektrum zeigte, dass auch Yttrium darin enthalten war.

Bei der quantitativen Analyse wurden die einzelnen Bestimmungen mit sehr kleinen Mengen ausgeführt, damit trotz der geringen Quantität reinen Materials die Möglichkeit zur Wiederholung oder Abänderung der Methoden gegeben war. Das den Analysen zu Grunde gelegte lufttrockne Mineral verlor, auf 100° erwärmt, Wasser, nahm dabei aber bald ein constantes Gewicht an; das fester gebundene Wasser wurde alsdann durch Erhitzen im Glasrohr und directe Wägung im Chlorcalciumrohr bestimmt. Die Kohlensäure wurde durch Auflösen des Minerals in einer Flasche mit verdünnter Salzsäure entwickelt und im Kaliapparat gewogen. Bei der Analyse II wurde die Substanz nach dem Trocknen bei 100° direct vor der Glasblaseflamme geglüht und dabei ein Gewichtsverlust gefunden, welcher mit der Summe der in Analyse I und III direct bestimmten Mengen von Wasser und Kohlensäure gut übereinstimmte. In der Analyse IV wurde die Phosphorsäure direct mit molybdänsaurem Ammonium bestimmt; nach dem Abfiltriren des Phosphorsäureniederschlags wurden die Basen aus dem Filtrate mit Ammon gefällt, und nach der Beseitigung der Cermetalle und Spuren von Molybdän wurde noch das Eisen volumetrisch bestimmt.

Für die Trennung der Phosphorsäure von den Basen wurde folgende Methode angewandt. Da das Mineral sich in Salzsäure leicht löste, konnte eine nur wenig freie Säure enthaltende Lösung erhalten werden; diese wurde in ungefähr 500 ccm siedendes Wasser geschüttet, welches eine genügende Menge oxalsaures Ammonium gelöst enthielt, um mit den Basen Oxalate zu bilden; hierbei schieden sich die letzteren in Form eines krystallinischen Niederschlages aus, welcher völlig frei von Phosphorsäure

war und alle Basen bis auf einige Spuren enthielt. Lösung und Niederschlag wurden über Nacht stehen gelassen, dann filtrirt und mit heissem Wasser ausgewaschen. Das Filtrat wurde stark eingeengt, der Rest der Oxyde zusammen mit etwas Phosphorsäure aus der heissen Lösung mittelst Ammon gefällt und dieser kleine Niederschlag gesammelt, gewogen und darin die Oxyde von der Phosphorsäure durch salpetersaures Quecksilberoxydul getrennt (s. H. Rose, quant. Anal. 524). Aus den Filtraten wurde die Phosphorsäure mit Magnesiamischung abgeschieden. Die aus oxalsauren Salzen bestehenden Niederschläge wurden vereinigt, stark über dem Gebläse geglüht und gewogen, dann in Schwefelsäure gelöst und die genügend heisse Flüssigkeit mit einer concentrirten Lösung von Kaliumsulfat versetzt, so dass beim Abkühlen eine gesättigte Lösung entstand und somit das Ausfällen des Lanthan und Didym bewirkt wurde. Getrennt wurden diese beiden Metalle nicht, aber es wurde ein Versuch gemacht, die Menge des Didym durch Glühen der aus einer gewogenen Menge der Oxyde erhaltenen Nitrate im Sauerstoffstrom zu bestimmen; hierbei sollte nach B. Brauner (s. Ber. d. d. chem. Ges. **15**, 115) neben dem La_2O_3 die höhere Oxydationsstufe Di_2O_5 des Didyms entstehen, und es war somit zu erwarten, dass man aus dem nunmehrigen Gewichtsüberschuss der Oxyde die Didymmenge berechnen könnte. Die Resultate dieser Methode waren indess nicht befriedigend, da jener Ueberschuss sich in vier Versuchen zu 7,5, 8,6, 6,9 und 8,2 % der angewandten Oxyde ergab. Eine Bestimmung des Atomgewichts des Metalls der gemengten Oxyde, durch Umwandlung einer bestimmten Quantität in wasserfreies schwefelsaures Salz, gab die Zahl 142,6, und diese wurde zur Berechnung der Analysenresultate benutzt.

Das Filtrat von den gefällten Sulfaten der Cermetalle wurde mit oxalsaurem Ammonium behandelt, um die Yttriummetalle zu trennen. Da der Niederschlag der letzteren unrein ist, so wurde er in allen Fällen von Neuem gelöst und gefällt und nach dem Glühen als Oxyd gewogen. Eine Trennung des Yttrium vom Erbium wurde nicht versucht; eine Bestimmung des Atomgewichts in den gemischten Oxyden durch Umwandlung in wasserfreie Sulfate gab 115, wonach dieselben ungefähr zweimal soviel Yttrium als Erbium enthielten.

Analyse I, II, III und IV wurden mit ungefähr 0,5 g, Analyse V mit ungefähr 1 g ausgeführt. Die Resultate waren die folgenden:

	I.	II.	III.	IV.	V.	Mittel:	Mol.-Verhältn.:	
P_2O_5	—	24,96	25,03	25,00	24,77	24,94	0,1756	
(Y_2O_3, Er_2O_3)	—	8,34	8,67	—	8,51	8,51	0,0306	} 0,1977
(La_2O_3, Di_2O_3)	—	55,30	54,87	—	55,34	55,17	0,1656	
Fe_2O_3	—	—	—	0,24	0,26	0,25	0,0015	
Gebundenes H_2O	5,88	—	—	—	—	5,88	0,3267	
$CO_2 + H_2O$	—	9,36	—	—	—	—	—	
H_2O (Verlust bei 100°)	—	1,50	1,49	—	—	1,49	0,0828	
CO_2	—	—	3,59	—	—	3,59	0,0814	
						99,83		

Bei der Discussion dieser Analysen entsteht zunächst die Frage, ob die gefundene Kohlensäure als ein wesentlicher Bestandtheil des Minerals zu betrachten sei. Da die Menge derselben in keiner einfachen Beziehung zu derjenigen des Phosphats zu stehen scheint, so halten wir es für das Wahrscheinlichste, dass dieselbe durch eine Beimischung von Lanthanit $(La, Di)_2(CO_3)_3.9H_2O$ zu erklären sei. Betrachtet man das bei 100° entweichende Wasser als nur 3 Mol. in obiger Formel repräsentirend und die übrigen sechs als bei höherer Temperatur fortgehend, so erhält man durch die von der Kohlensäure ausgehende Berechnung:

$$R_2O_3 : P_2O_5 : H_2O = 0{,}0271 : 0{,}0814 : 0{,}2456 = 1 : 3 : 9{,}06$$

und nach Abzug dieser Werthe bleibt übrig:

$$R_2O_3 : P_2O_5 : H_2O = 0{,}1756 : 0{,}1706 : 0{,}1639 = 1 : 0{,}97 : 0{,}93$$

d. h. das Atomverhältnis eines normalen Phosphates mit einem Mol. Wasser:

$$R_2(PO_4)_2.H_2O.$$

Nimmt man das bei 100° entweichende Wasser allein als dem Carbonat gehörig an, so erhält man für das letztere folgendes Molekularverhältniss:

$$R_2O_3 : CO_2 : H_2O = 0{,}0271 : 0{,}0814 : 0{,}0828 = 1 : 3 : 3{,}06,$$
$$\text{d. i. } R_2(CO_3)_3.3H_2O$$

und für das Phosphat:

$$R_2O_3 : P_2O_5 : H_2O = 0{,}1756 : 0{,}1706 : 0{,}3267 = 1 : 0{,}97 : 1{,}86,$$
$$\text{d. i. ungefähr: } R_2(PO_4)_2.2H_2O.$$

Die erstere Annahme scheint die natürlichere und führt auf ein bereits als existirend bekanntes Carbonat. Danach wäre die analysirte Substanz ein Gemenge von Lanthanit mit dem neuen Phosphat in dem Verhältniss:

Lanthanit $R_2(CO_3)_3.9H_2O$		Scovillit $R_2(PO_4)_2.H_2O$	
CO_2	3,59	P_2O_5	24,94
$(La, Di)_2O_3$	9,03	$(Y, Er)_2O_3$	8,51
H_2O	4,42	$(La, Di)_2O_3$	46,14
	17,04%	Fe_2O_3	0,25
		H_2O	2,95
		Scovillit	82,79%
		Lanthanit	17,04
			99,83

Berechnet man die 82,79% Scovillit auf 100, so erhält man die folgenden Zahlen, denen die aus der Formel eines normalen Phosphates $R_2(PO_4)_2.H_2O$ mit Benutzung der gefundenen Atomgewichte und des Ver-

hältnisses $(Y, Er)_2O_3 : (La, Di)_2O_3 = 1 : 4$ berechneten gegenübergestellt sind:

	Scovillit gefunden:	Berechnet:
P_2O_5	30,12	29,46
$(Y, Er)_2O_3$	10,28	11,51
$(La, Di)_2O_3$	55,73	55,29
Fe_2O_3	0,30	—
H_2O	3,57	3,74
	100,00	100,00

Das einzige Mineral von ähnlicher chemischer Zusammensetzung ist der Churchit (s. Chem. News 1865, **22**, 121 und 183), ein Phosphat von Cer, Didym und Kalk mit 4 Mol. Wasser. Unser Mineral enthält weniger Wasser, ist frei von Cer und Calcium und unterscheidet sich auch in den physikalischen Eigenschaften wesentlich vom Churchit. Da es somit als ein neues Mineral zu betrachten ist, so schlagen wir für dasselbe den Namen »Scovillit«, nach dem Fundorte, vor. Was die Beimischung des Carbonates zu unserem Phosphat betrifft, so haben wir nicht entscheiden können, ob dasselbe einen mit dem Scovillit gleichzeitigen Absatz von Lanthanit bildet oder ob der letztere von späterer Entstehung und ein Zersetzungsproduct des Scovillit ist. Auf alle Fälle ist das Carbonat sehr innig und constant dem Phosphat beigemischt, da wir nicht ein einziges Stückchen fanden, welches nicht beim Lösen in Säure Kohlensäure gegeben hätte. Die Entweichung derselben geschieht hierbei ununterbrochen, bis die Stücke vollständig von der Säure gelöst sind, so dass man nicht annehmen kann, dass das Carbonat, wenn es aus der Umwandlung des Scovillit hervorgegangen sei, nur eine oberflächliche Kruste desselben bilde.

Wir sprechen Herrn Adam, welcher unsere Aufmerksamkeit auf das merkwürdige Mineral lenkte und uns das Material zur Untersuchung lieferte, unseren besten Dank hierdurch aus.

Sheffield Scient. School, Mai 1883.

XIV. Ueber Ditricuprophosphat und Lunnit.

Von

A. Schrauf in Wien.

Mengt man eine Kupferoxydammonlösung mit nahe gleichwerthigen Mengen einer wässerigen Lösung von Ammoniumhydrophosphat, und überlässt diese klare Mischung in einem undicht verschlossenen Gefässe der langsamen, freiwilligen Verdunstung, so bildet sich nach mehreren Monaten ein tief grünlichblauer Niederschlag. Die über demselben stehende Flüssigkeit ist während dessen farblos geworden und enthält nur noch Spuren von Ammon. Das blaue Präcipitat erscheint dem freien Auge feinkörnig, unter dem Mikroskop erkennt man jedoch, dass alle Theilchen desselben wohlausgebildete, wenn auch winzige Krystalle sind. Ihre Form gleicht im Wesentlichen jener des gelben Blutlaugensalzes; kleine rechteckige, meist vollkommen quadratische Blättchen ($\infty P = 89\frac{1}{2}$—$90\frac{1}{2}^0$ gemessen), an denen ausser der Basisfläche 001 noch eine steile Pyramide, etwa 221 erkennbar ist. Die Form wird also durch die Combination (001) (221) (110) gebildet. Aehnliche Gestalten besitzen zwei der von Haushofer*) beschriebenen Phosphate: einerseits die mikroskopischen Kryställchen vom Dibaryumphosphat $BaHPO_4$ und die grösseren messbaren Individuen vom Dimanganophosphat ($MnHPO_4 + 3$ aq). Die optische Untersuchung unserer Verbindung lieferte weitere Belege, dass die mikroskopischen Blättchen dieses Kupferphosphates mit der genannten Manganverbindung vergleichbar sind, und dass deshalb auf eine ähnliche Constitution geschlossen werden darf. Die Hauptschwingungsrichtungen sind nämlich nicht den Kanten, sondern den Diagonalen der quadratischen Blättchen des Kupferphosphates parallel, daher auch die oben angegebenen Flächensymbole und das trimetrische System zu wählen sind. Da einzelne Messungen für die Lage des Extinctionsmaximum gegen ∞P nicht 45^0 sondern sicher nur 42^0—43^0 ergaben, so wäre selbst die Annahme von Monosymmetrie nicht allzugewagt. Die Kryställchen erscheinen unter dem Mikroskop homogen, einfach, durchsichtig,

*) Diese Zeitschrift 2, 198, Fig. 2 und 4, 56.

nicht dichroitisch; bei gekreuzter Stellung derselben bemerkt man, wenn die Condensorlinse eingeschaltet ist, Farben, die auf Lemniscaten deuten; allein die Blättchen sind zu dünn und deren Doppelbrechung zu schwach, um deutlich erkennbare Interferenzcurven hervorrufen zu können.

Die Aehnlichkeit der Formen vom Kupferphosphat mit denen der Manganverbindung lässt erwarten, dass ersteres auch die analoge Constitution besitze, also $CuHPO_4$ sei. Die Analyse ergab nur die theilweise Richtigkeit dieser Voraussetzung, und die Abweichungen von derselben sind um so interessanter, als sie beitragen, ähnliche Differenzen beobachtet an natürlichen Kupferphosphaten glaubwürdiger zu erklären.

Das Präcipitat ist in Wasser unlöslich und lässt sich durch sorgsames Auswaschen vollkommen von der anhaftenden Mutterlauge reinigen. Die gutlufttrockne Substanz erleidet durch das Trocknen bei 100° C. »keinen« Gewichtsverlust und erst bei 140° C. beginnt das Krystallwasser successive zu entweichen.

Verlust beim Erhitzen bis	160° C.	10,05 %
	170	10,59
	180	10,71
	280	17,32
beim Glühen	(im Mittel)	24,14

	Beobachtet (bei 100° getrockneter Subst.)			Mittel	Gerechnet für bei 280° getrockn. Subst.
	I.	II.	III.		
Kupferoxyd	42,38	42,28	42,59	42,41	51,41
Phosphorsäure	32,96	(33,49)		33,23	40,30
Glühverlust	24,05	24,28		24,14	8,29
	99,39	100,00		99,78	100,00

Das Verhältniss der Moleküle Kupferoxyd und Phosphorsäure ist 7 : 3 und deshalb ist es unmöglich, eine einfache Constitutionsformel für die vorliegende Substanz aufzustellen. Die relativ übersichtlichste Formel wäre für die bei 100° C. getrocknete Substanz folgende:

$$\left\{\begin{matrix} Cu_1\,Cu_2\,P_2\,O_8 + 5\,aq \\ H_2\,Cu_2\,P_2\,O_8 + 5\,aq \\ H_2\,Cu_2\,P_2\,O_8 + 5\,aq \end{matrix}\right\} = \left.\begin{matrix} Cu_3\,P_2\,O_8 \\ 4\,H\,Cu\,P\,O_4 \end{matrix}\right\} + 15\,aq, \qquad (1)$$

welche die Verbindung zweier differenter Kupferphosphate andeutet. Dieser Formel entsprechend ward auch der Name Ditricuprophosphat zur Bezeichnung dieser künstlich erhaltenen, krystallisirten Verbindung gewählt. Für den ersten Augenblick mag vielleicht diese Formel I Bedenken erregen; doch bei Beurtheilung derselben darf nicht vergessen werden, dass auch

die Untersuchungen von Erlenmeyer und Heinrich*) über die Manganphosphate uns ein ähnliches complicirtes Ditrimanganophosphat kennen lehrten, nämlich:

$$\begin{matrix}(Mn_2)_5(PO_4)_4(PHO_4)_4 \\ + 8\ aq\end{matrix} = \left\{\begin{matrix}Mn_2H_2P_2O_8 + H_2O \\ Mn_2H_2P_2O_8 + H_2O \\ Mn(HO)_2 + H_2O\end{matrix}\right\} = \left\{\begin{matrix}Mn_3P_2O_8 \\ 2\,MnHPO_4\end{matrix}\right\} + 4\ aq.$$

Die oben gegebene Formel I führt zu folgenden Zahlen:

	Kupferoxyd:		Phosphorsäure:		Wasser:		
gerechnet	43,159	+	33,080	+	23,761	=	100,000
beobachtet	42,41	+	33,23	+	24,14	=	99,78.

Eine fernere Stütze findet die Formel I in der Constitution der bei 280° C. getrockneten Substanz. Bei dieser Temperatur ist schon der grösste Theil des Krystallwassers entfernt, und nur noch wenige % H_2O zurückgeblieben, welche erst bei intensivem Glühen entweichen. Es ist also anzunehmen, dass einer solchen Substanz eine gewisse Stabilität und ein einfaches Molekularverhältniss zukommt. Mit den Beobachtungsdaten stimmt in diesem Falle die (analog I) Formel:

$$\left\{\begin{matrix}Cu_1\,Cu_2\,P_2O_8 + H_2O \\ H_2Cu_2P_2O_8 + H_2O \\ H_2Cu_2P_2O_8 + H_2O\end{matrix}\right\} \qquad (II)$$

	Kupferoxyd:		Phosphorsäure:		Wasser:		
gerechnet	51,856	+	39,747	+	8,397	=	100,000
beobachtet	51,41	+	40,30	+	8,29	=	100,00.

Will man die Beobachtungen möglichst genau berechnen, so lassen sich die chemischen Formeln kaum einfacher gestalten. Gestattet man grössere Differenzen zwischen Rechnung und Beobachtung, so gäbe noch eine erträgliche Uebereinstimmung der Zahlenwerthe die Formel**):

$$3(H_2Cu_2P_2O_8 + 5H_2O) + Cu(HO)_2 \qquad (III)$$

für die bei 100° C. getrocknete Substanz. Diese Formel giebt:

	Kupferoxyd:		Phosphorsäure:		Wasser:		
gerechnet	41,985	+	32,180	+	25,835	=	100,000
beobachtet	42,41	+	33,23	+	24,14	=	99,78

Zahlen, welche namentlich in Bezug auf den Glühverlust merkbare Differenzen zeigen.

Die Aehnlichkeit der Form dieses Kupferphosphates mit Gestalten vom Dimanganophosphat ist in gleicher Weise durch die Formel I oder III erklär-

---

*) Erlenmeyer, Ann. der Chem. **190**, 201.

**) Vergl. oben die analog geschriebene Formel des Ditrimanganophosphats.

bar. Beide deuten an, dass in der Verbindung das Kupferhydrophosphat überwiegt und daher trotz eines vorhandenen Ueberschusses von Kupfer als formbestimmende Molekülgruppe wirkt.

Für den Mineralogen hat aber die vorliegende Substanz gerade wegen dieses Ueberschusses von Kupferhydroxyd einen theoretischen Werth. Die Zusammensetzung dieses künstlich erhaltenen, krystallisirten Präparates drängt nämlich zu denselben theoretischen Betrachtungen, zu denen die schwankende Constitution der natürlichen Phosphorkupfererze Veranlassung bietet. In beiden Fällen ist man gezwungen, entweder eine Addition zweier differenter Molekulargruppen oder einen Excess von Kupferhydroxyd zuzugestehen. Zu diesen deductiv gewonnenen Schlüssen zwangen mich sowohl die eigenen Analysen der Lunnite, als auch die Discussion aller früher publicirten Untersuchungen der Pseudomalachite. Ich fasste das gewonnene theoretische Resultat in folgende Worte *) zusammen: »Nimmt man bloss Rücksicht auf die Zahlen der Analysen, so kann mit gleicher Berechtigung aus denselben gefolgert werden: die Substanz bestehe aus 3 Molekülen Dihydrit **) und 1 Theil Phosphorochalcit, oder der Substanz Dihydrit sei etwas überschüssiges Kupferhydroxyd beigemengt.« Dass beide Bedingungen zu demselben ***) Molekularverhältniss der Totalsubstanz führen und daher gleichbedeutend sind, ist selbstverständlich. Sie unterscheiden sich nur durch die verschiedene Schreibweise der hypothetischen ternären Molekulargruppen.

Durch diese Annahme war es möglich, die ziemlich beträchtlichen Differenzen zwischen den einzelnen Lunnit-Analysen verschiedener Autoren zu erklären. Wollte man hingegen an einer, constanten, Formel für Pseudomalachit festhalten, so wäre man gezwungen, fast alle vorhandenen Analysen dieser Varietäten für ungenau zu erklären und zu verwerfen!! Edw. Dana scheint letzteres für das richtigere zu halten; denn er bezeichnet †) meine Erklärungsversuche der wechselnden Constitution als »very artificial ††) hypothesis« und verlangt »a more extended chemical study of these

*) Diese Zeitschrift 4, 13: Ueber die Lunnitgruppe.

**) Dihydrit $\mathfrak{D} = Cu_5H_4P_2O_{12} = Cu_3P_2O_8 + 2Cu(HO)_2$
Phosphorocalcit $\mathfrak{P} = Cu_6H_6P_2O_{14} = Cu_3P_2O_8 + 3Cu(HO)_2$.

***) Ich hatte es daher bei der Abfassung meiner Arbeit für überflüssig gehalten, die gesammelten Daten nach beiden Methoden ausführlich zu discutiren, und begnügte mich mit dem Nachweise, dass im Allgemeinen eine Additionsformel $\mathfrak{D} + \mathfrak{P}$ u. s. w. den Beobachtungen genügt. Ich hegte die Hoffnung, dass der Leser in jedem einzelnen Falle ohnehin aus den gerechneten Aequivalenten den Ueberschuss von $Cu(HO)_2$ erkennen müsste. Ebenso habe ich es damals für überflüssig erachtet, auf die analoge Constitution des Ditrimanganophosphates hinzuweisen.

†) Ed. Dana, Appendix 3, 98, 1882.

††) Einfachen Formeln zu liebe kann man weder den betreffenden Autoren imputiren, falsch gewogen zu haben, noch deren Resultate als unbrauchbar verwerfen. Es ist

minerals«. Da ich mich schon damals bemühte, möglichst homogene Partien vom amorphen Pseudomalachit zur Analyse auszuwählen, so hätten auch jetzt, bei einer Wiederholung derselben Versuche, dieselben Bedenken wegen der fraglichen Homogenität der Substanz geäussert werden können. Mein Bestreben war daher vor Allem darauf gerichtet, ein dem bekannten Ditrimanganophosphat ähnliches krystallisirtes Kupferphosphat zu gewinnen. Das erhaltene Präparat bestätigt nun, wie ich schon oben erwähnte, meine ursprüngliche Hypothese über die Zusammensetzung der natürlichen Phosphorkupfererze.

In meiner Arbeit habe ich aus Gründen, auf welche ich in den folgenden Zeilen zurückkommen werde, der Auffassung Rechnung getragen, dass im Pseudomalachit neben Dihydrit noch das Molekül Phosphorochalcit — wahrscheinlich mechanisch gemengt — nachweisbar sei. Hier will ich zur Ergänzung der damaligen Discussion noch eine Zusammenstellung der wichtigsten Analysen folgen lassen, um hierdurch die Annahme zu prüfen, die jeweilige Substanz sei Dihydrit mit überschüssigem $Cu(HO)_2$. Ich kann mich bei dieser Aufzählung jener Aequivalente von Cu, P, H bedienen, welche ich bei der Neuberechnung dieser Analysen ermittelte und in meiner Arbeit angab.

Seite	Autor	Fundort	Aequivalente			entspricht
			CuO	P_2O_5	H_2O	
13	Schrauf	Rheinbreitenbach	21	4	9	$4\mathfrak{D} + Cu(HO)_2$
14	-	Nischne T.	16	3	8	$3\mathfrak{D} + Cu(HO)_2 + aq$
15	-	Libethen	39	7	20	$7\mathfrak{D} + 4Cu(HO)_2 + 2\ aq$
17	Hermann	Nischne T.	20	4	10	$4\mathfrak{D} + Cu(HO)_2 + aq$
17	Kühn	Rheinbreitenbach	17	3	9	$3\mathfrak{D} + 2Cu(HO)_2 + aq$
17	Heddle	Cornwall	16	3	9	$3\mathfrak{D} + Cu(HO)_2 + 2\ aq$
17	Wendel		26	5	15	$5\mathfrak{D} + Cu(HO)_2 + 4\ aq$
18	Church	Libethen	13	2	7	$2\mathfrak{D} + 3Cu(HO)_2$

In allen diesen Fällen mit Ausnahme der letzten Analyse von Church ist das Verhältniss der Moleküle $Cu : P_2$ kleiner, als jenes, welches der Formel des Phosphorochalcits entsprechen würde. Letztere verlangt $Cu : P_2 = 6 : 1$ —. Da ferner diejenigen Analysen von Hermann, Kühn, Arfvedson und mir, zu welchen krystallisirtes oder mindestens krystallinisches Material benutzt werden konnte, fast absolut mit Dihydrit stimmen, so würde man bei dieser Auffassung der Analysen sagen können: »Die Lunnite sind ihrer Zusammensetzung nach wesentlich Dihydrit, nur enthalten die amorphen Varietäten neben diesem noch überschüssiges Kupferhydroxyd und etwas freies Wasser.« Dieser Satz unterscheidet sich aber

die Aufgabe des Naturforschers, seine Theorien den directen Beobachtungen anzupassen, nicht aber umgekehrt.

von den (l. c. S. 19) früheren Resultaten nur durch den Wortlaut, nicht aber dem Sinne nach.

Der Grund, warum ich damals und auch heute noch auf die mögliche Existenz des Moleküls Phosphorochalcit $Cu_3 P_2 O_8 + 3 Cu(HO)_2$ einiges Gewicht lege, ist in der Rücksichtnahme auf die paragenetischen Verhältnisse zu suchen.

Das Maternalerz für alle basischen Kupferoxydsalze ist meist Rothkupfererz. Dasselbe zerlegt sich bei seiner Oxydation in ternäre Molekülgruppen differenter Bindung. Ich erwähne hier nur die einfachsten und wichtigsten:

$\Sigma(Cu) = 6$	$Cu_6 O_3$
Phosphorochalcit	$Cu_3 P_2 O_8 + 3Cu(HO)_2$
Malachit	$Cu_3 C_3 O_9 + 3Cu(HO)_2$
Lasur	$Cu_4 C_4 O_{12} + 2Cu(HO)_2$
$\Sigma(Cu) = 5$	
Dihydrit	$Cu_3 P_2 O_8 + 2Cu(HO)_2$
$\Sigma(Cu) = 4$	
Libethenit	$Cu_3 P_2 O_8 + Cu(HO)_2$
Brochantit	$Cu_3(HO)_2 + CuSO_4$
Atacamit	$Cu_3(HO)_2 + CuCl_2$

oder in einer anderen Gruppirung zusammengestellt:

$3Cu(HO)_2 + Cu_3 P_2 O_8$	$2Cu(HO)_2 + Cu_3 P_2 O_8$
$+ Cu_3 C_3 O_9$	$+ Cu_4 P_4 O_{12}$
$+ CuCl_2$	
$+ CuSO_4$	

Eine kurze Ueberlegung lehrt, dass nur dann alle 6 Moleküle *Cu* in der neu entstandenen Verbindung fixirt sein können, wenn Eine einzige Säure umwandelnd auf $Cu_2 O$ wirkt. Wenn hingegen eine zweite Säure, namentlich $H_2 SO_4$, noch gleichzeitig in Action tritt, so wird der Kupfergehalt des Neuproductes weniger als 6 Moleküle betragen. Dabei wird sich ziemlich häufig der Fall ereignen, dass dieses Nebenproduct (z. B. Kupfervitriol) wegen der geringen Concentration der Lösung nicht in situ auskrystallisirt. Ferner wird diese *Cu* entziehende Kraft einer nebenherwirkenden zweiten Säure um so mehr die Neubildungen beeinflussen, je länger deren Einwirkung dauert. Relativ jüngere Generationen aus ein und derselben chemischen Gruppe sollen deshalb die geringere Anzahl von *Cu*-Molekülen besitzen. Diesem Gesetze gehorcht Libethenit; derselbe ist jünger als der Lunnit, auf welchem er immer aufsitzt. Und logisch wäre der Schluss berechtigt, dass die ältesten Schichten der Pseudomalachite in ihrer Zusammensetzung und nach ihrem Gehalte an $Cu(HO)_2$ näher dem Phosphorochalcit als dem Dihydrit stehen: während die jüngeren Gene-

rationen, die auf der Oberfläche der nierenförmigen Massen aufsitzenden kleinen Krystalle, wirklich nur Dihydrit oder Libethenit sind.

Am Schlusse dieser Notiz möchte ich noch hervorheben, dass es mir nicht gelungen ist, durch die gewöhnliche Methode der Fällung von Kupferphosphaten krystallisirte Niederschläge zu erhalten. Kupfersulfatlösung gefällt mit Natriumhydrophosphat giebt ein voluminöses hellblaues Präcipitat, welches selbst bei stärkster Vergrösserung untersucht, sich nur als ein Haufwerk amorpher Kügelchen erweist. Geglüht schwindet die Masse auf ein Zehntel des Volumens und sintert zusammen. Gut ausgewaschen und bei 100° C. getrocknet entspricht dem Präcipitate nach meinen Bestimmungen von

	Beobachtet:	Gerechnet:
Glühverlust	8,29	8,650
Phosphorsäure	33,57	34,118
Kupferoxyd	(58,14)	57,232

die Formel $Cu_3 P_2 O_8 + 2H_2 O$.

Wien, 4. Juli 1883. Schrauf.

XV. Kürzere Originalmittheilungen und Notizen.

---

1. A. Schrauf (in Wien): **Eine einfache Zonenformel.** Aus der grossen Anzahl krystallonomischer Formeln sind für den praktischen Rechner nur drei absolut nöthig, wenn derselbe vertraut ist mit der Neumann-Miller'schen Methode und dem Satze: dass in jeder Zone der Index einer Fläche eine summatorische Function der Indices der zwei benachbarten Flächen. Ich habe seit Jahren meinen praktischen Unterricht so zu ertheilen gesucht, dass die Anfänger nur drei Gleichungen verstehen und benützen mussten: die Gleichungen für das Axenverhältnis

$$\text{I.} \quad \frac{a}{h} \cos PX = \frac{b}{k} \cos PY = \frac{c}{l} \cos PZ,$$

$$\text{II.} \quad \frac{a}{h} \sin PBC = \frac{c}{l} \sin PBA = \frac{b}{k} \operatorname{cotang} PB$$

und die Zonengleichung

$$\text{III.} \quad \frac{\operatorname{cotang} CP - \operatorname{cotang} CA}{\operatorname{cotang} CQ - \operatorname{cotang} CA} = \frac{l_0}{r_0}.$$

Die Gleichungen II und III sind commutationsfähig. II entspricht in der vorliegenden Fassung den monosymmetrischen Verhältnissen. Commutirt man die ersten zwei Glieder von II, so erhält man noch zwei Gleichungen, und hierdurch die bekannten Formeln für das asymmetrische System.

Die Gleichung III gilt für alle Zonenbüschel, welche durch den Normalort einer Pinakoidfläche gehen. Der Buchstabe C kann nach Bedarf mit den Flächen (100); (010); (001) identificirt werden, dann hat A eine Fläche der Zonen [001, 010], — [100, 001]; — [100, 010] zu bedeuten. Ist $AC = 90^0$, so erhält man die bekannte Gleichung der orthogonalen Systeme.

Die Ableitung der einfachen Zonengleichung III basirt auf den bekannten Beziehungen zwischen den Kanten (d. i. Axen) und Normalen der Grundgestalt. Aus nebenstehender Figur ist ersichtlich, dass für die Fläche P gilt

Z
C 001
Q por
P hol
A 100
X

$$\text{I.} \quad \frac{a}{h} \cos PX = \frac{c}{l} \cos PZ; \; AZ = CX = 90^0,$$

$$\text{II.} \quad \frac{a}{h} \sin PC = \frac{c}{l} \sin PA, \quad \text{daher}$$

$$\frac{al}{ch} = \frac{\sin PA}{\sin PC} = \frac{\sin (AC - PC)}{\sin PC}, \quad \text{woraus folgt}$$

$$\text{IIIa.} \quad \frac{al}{ch \sin AC} = \operatorname{cotang} CP - \operatorname{cotang} AC.$$

In gleicher Weise folgt für Q

$$\text{IIIb.}\quad \frac{ar}{cp \sin AC} = \text{cotang } CQ - \text{cotang } AC$$

und hieraus

$$\text{III.}\quad \frac{\text{cotang } CP - \text{cotang } AC}{\text{cotang } CQ - \text{cotang } AC} = \frac{l}{r}\,\frac{h^{-1}}{q^{-1}} = \frac{l_0}{r^0},$$

welche Gleichung zur Bestimmung der Indices oder Winkel von Q dienen kann. Da die Gleichung vom Parametersystem unabhängig ist, so gilt sie für alle Zonenbüschel, welche sich in dem Normalpunkte einer der drei pinakoidischen Flächen schneiden.

Ich will einige praktische Beispiele der Benützung dieser Gleichung hier anfügen. Sind die Indices der Flächen: $c(001)$; $m(110)$; $m'(\bar{1}\bar{1}0)$; $d(011)$; $p(111)$; $\pi(\bar{1}11)$; $\pi'(\bar{1}\bar{1}1)$ gegeben, so ist

$$\begin{aligned}\text{cotang } c\pi &= \text{cotang } cp - 2 \text{ cotang } cm\\ \text{cotang } m'\pi' &= \text{cotang } mp - 2 \text{ cotang } cm\\ \text{cotang } ap &= \text{cotang } a'\pi + 2 \text{ cotang } ad.\end{aligned}$$

In diesen einfachen Fällen erhält man somit aus der Gleichung III die sogenannte Basalformel von Chr. Weiss, deren Ableitung nach neueren Principien aus dem Doppelverhältnisse der Sinusse wir Liebisch verdanken.

Wien, 2. Juni 1883.

2. Gottfried Starkl (in Wien): **Ueber Schuchardtit.** Die von Gläserndorf in Schlesien stammende Chrysopraserde hat Herr Professor Schrauf als *Ni* haltenden Chlorit bestimmt, Schuchardtit benannt und eine Varietät hiervon analysirt*). Mir hat derselbe eine oberflächlich graugrün gefärbte Varietät zur Untersuchung übergeben, deren Resultate ich in nachfolgenden Zeilen zusammenstelle.

Einige Versuche von mir mögen die kurzen Notizen obengenannten Autors ergänzen. Die mir vorliegenden Stücke setzen sich aus kleinen Schuppen zusammen, sind aussen licht-, an frischen Bruchflächen schön apfelgrün. Schuchardtit ist sehr weich, fühlt sich fettig an und zerfällt im Wasser. Vor dem Löthrohre brennt er sich hart, verändert die Farbe und erhärtet; geglüht zerfällt er im Wasser nicht. An der Zunge haftet er, angehaucht giebt er deutlich Thongeruch. Von Salzsäure wird das Pulver nur wenig zersetzt.

Bei 100° C. wird es lichtgrau, bei weiterem Glühen lederbraun. Im Kölbchen giebt der Schuchardtit Wasser ab, wird oberflächlich schwarzglänzend und dann einer graphitähnlichen Masse dem Aussehen nach gleich; die Boraxperle ist wegen des Nickelgehaltes licht kastanienbraun.

Bei	100° C.	nach	$\frac{1}{2}^h$	Erhitzen	beträgt	die	Wasserabgabe	0,689 %
»	150	»	1^h	»	»	»	»	0,689
»	200	»	1^h	»	»	»	»	1,033
»	250	»	2^h	»	»	»	»	1,033
»	300	»	2^h	»	»	»	»	1,033
				in toto bis 300° C.			»	4,477.

Unter dem Exsiccator über H_2SO_4 gab die feingepulverte Substanz nach zwei Tagen 1,6 % Wasser ab und zeigte in den darauffolgenden Tagen keinen

*) Diese Zeitschrift 1882, 6, 386.

weiteren Verlust; in mit Wasserdampf gesättigtem Raume erfolgte eine stetige Aufnahme.

Wie bei »Hygrophilit«*) oder den von mir untersuchten Mineralien »Bol und Polyhydrit«**) ist auch hier der Wassergehalt der Substanz Function vom Feuchtigkeitsgehalte der Luft.

Die Substanz zeigte:

Zeitdauer	über H_2SO_4 im Exiccator	in mit Wasserdampf gesättigtem Raume unter Glocke
	einen Verlust in Proc.	eine Aufnahme in Procenten
	gegen die ursprüngliche Substanz	
nach dem 1. Tag	1,4853	4,5392
- - 2. -	1,6000	4,8143
- - 3. -	1,6000	5,0894
- - 4. -	1,6000	6,0522
- - 7. -	1,6000	8,1155

Die Dichte beträgt in Glycerin bestimmt im Mittel 2,339. Die Aufschliessung geschah mittelst Natronkali.

Bestandtheile	Bezogen auf die frische Substanz	Bezogen auf die bei 100° C. getrocknete Substanz	Die auf 100% berechnete Zusammensetzung	Angenommene Atomverhältn.	Beob. — Rechnung	
SiO_2	33,281	33,886	33,214	34	+ 0,672	
Al_2O_3	14,616	14,882	15,093	9	— 0,211	
Fe_2O_3	3,825	3,905	2,605	1	+ 1,300	+ 2,072
NiO	5,678	5,782	6,106	5	— 0,824	
FeO	3,561	3,617	3,517	3	+ 0,100	— 1,980
CaO	1,472	1,499	1,824	2	— 0,325	— 0,092
MgO	23,723	24,155	24,747	38	— 0,592	— 2,072
H_2O	13,907	12,366	12,894	44	+ 0,528	
	100,068	100,092	100,000			

Aus der Analyse folgt die empirische Formel:

$$Al_{18}Fe_2Si_{10}O_{50} + Fe_3Ni_5Ca_2Mg_{38}Si_{24}O_{96} + 44 \text{ aq},$$

welche sich von der Formel:

$$Al_{18}Fe_2Si_{10}O_{50} + Fe_4Ni_4Ca_2Mg_{42}Si_{26}O_{104} + 42 \text{ aq}$$

des obengenannten Autors um $Mg_4Si_2O_8$ unterscheidet. Diese Differenz kann dadurch hervorgerufen sein, dass einzelne Varietäten etwas überschüssiges Magnesiasilicat als Rest des ursprünglichen Serpentins enthalten.

Ausgeführt im mineralogischen Museum der k. k. Universität.

Wien, Juni 1883.

---

*) H. Laspeyres in Tschermak's mineral. Mittheilungen 1873, S. 152.
**) Diese Zeitschrift 7, 621.

8. Hj. Sjögren (in Upsala): **Ueber krystallisirten Tephroit von Långban in Wermland.** Tephroit, das normale orthokieselsaure Mangansalz Mn_2SiO_4, ist bis vor Kurzem noch nicht in krystallisirtem Zustande angetroffen worden, und man ist deshalb nicht in der Lage gewesen, seine Krystallform bestimmen zu können. Zu Anfang dieses Jahres hat man jedoch einige wenige hübsche Krystalle von Tephroit in Stücken des wegen seiner reichhaltigen Manganminerale bekannten Fundortes, Långbanshyttan in Wermland, aufgefunden. Diese Krystalle wurden mir vom Bergrichter Herrn Dr. A. Sjögren zur Untersuchung überwiesen. Das Resultat wird weiter unten mitgetheilt; es bestärkt vollkommen die naheliegende Annahme, dass der Tephroit isomorph sei mit den übrigen normalen Orthosilicaten der Gruppe des Olivin: Olivin, Monticellit, Fayalit etc.

Die Krystalle sind 2—5 mm gross und entweder grau oder braun von Farbe. Im Bruche zeigen sie Wachs- oder Fettglanz, an den Flächen Glasglanz. Bei durchfallendem Lichte wird die violette Farbe des Manganglases sichtbar. Nur ganz wenige waren so gut ausgebildet, dass sie zur Messung anwendbar sein konnten; diese lassen indes hinsichtlich des Glanzes und der Ebenheit der Flächen nichts zu wünschen übrig.

Winkelmessungen.

	Krystall Nr. 1:	Nr. 2:	Berechnet:	Beim Olivin ber.:
$b(100) : n(110)$ =	24° 49,'5	24° 52'	24° 42'	24° 58'
$b(100) : n(1\bar{1}0)$	24 54,5	—	24 42	24 58
$b(\bar{1}00) : n(\bar{1}\bar{1}0)$	25 9,5	—	24 42	24 58
$b(\bar{1}00) : n(\bar{1}10)$	24 43,5	—	24 42	24 58
$b(100) : s(1\bar{2}0)$	42 39	42 37	42 37	42 58
$b(\bar{1}00) : s(\bar{1}\bar{2}0)$	42 38	—	42 37	42 58
$b(100) : s(120)$	—	42 35	42 37	42 58
$n(1\bar{1}0) : s(1\bar{2}0)$	17 44,5	—	17 55	18 0
$n(\bar{1}\bar{1}0) : s(\bar{1}\bar{2}0)$	17 28	—	17 55	18 0
$n(110) : s(120)$	—	17 43	17 55	18 0
$s(1\bar{2}0) : s(\bar{1}\bar{2}0)$	94 52	—	94 46	95 4
$n(1\bar{1}0) : n(\bar{1}\bar{1}0)$	130 5,5	—	130 36	130 4
$b(110) : x(10.\bar{9}.0)$	22 25,5	—	22 30	—
$n(1\bar{1}0) : x(10.\bar{9}.0)$	2 29	—	2 12	—
$e(111) : s(120)$	—	39 3,5	—	—
$e(111) : n(110)$	—	35 20,5	—	35 45
$e(111) : b(100)$	—	42 1	42 1	42 38

In obiger Tabelle sind die an zwei Krystallen gemessenen und die daraus berechneten Winkel den entsprechenden Winkeln beim Olivin gegenübergestellt; wie man bemerken wird, ist die Uebereinstimmung ziemlich gross.

Aus den beiden Winkeln

$$b(100) : s(120) = 42^0\ 37'$$
$$b(100) : e(111) = 42\ \ 1$$

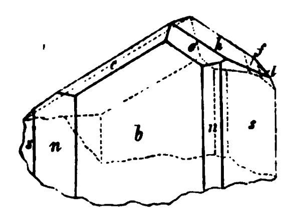
ergiebt sich für den Tephroit folgendes Axensystem:

$$a : b : c = 0,4600 : 1 : 0,5937.$$

Nach **Kokscharow's Messung** des Olivin im Pallas-Eisen ist dessen Axensystem:

$$a : b : c = 0,4658 : 1 : 0,5866.$$

Die Abweichungen davon sind also ungefähr + 0,006 bei der a-Axe und — 0,007 bei der c-Axe. — Die Formen, welche an den bis dahin gefundenen Krystallen vorkommen, sind folgende acht (die Buchstabenbezeichnungen sind dieselben, welche bei den entsprechenden Formen des Olivin angewendet werden):



$b(100) = \infty\bar{P}\infty$
$n(110) = \infty P$
$s(120) = \infty\breve{P}2$
$x(10.9.0) = \infty\bar{P}\frac{10}{9}$
$h(011) = \breve{P}\infty$
$e(111) = P$
$f(121) = 2\breve{P}2$
$l(131) = 3\breve{P}3$

Alle diese Formen sind früher schon am Olivin wahrgenommen, mit Ausnahme des Prisma (10.9.0). Die Formen, welche in der Zone des Verticalprismas liegen, sind am besten ausgebildet und stark glänzend; die Pyramidenflächen $e(111)$ sind matter und am Krystall 1 unbrauchbar für Messungen.

Die Brachypyramiden (121) und (131) sind nur am Krystall Nr. 1 (s. Figur) angetroffen und treten dort nur als ganz kleine Flächen in einem einzigen Oktanten auf. Das Brachydoma (011) ist rauh und uneben. Die vicinale Fläche (10.9.0) ist an mehreren Krystallen beobachtet worden.

4. J. A. Krenner (in Budapest): **Ueber den Manganocalcit***). Im Jahre 1844 sah Breithaupt**) in Wien aus Schemnitz stammende Stücke von Werners »faserigem Braunspath« und fand, dass dieser die prismatische und brachydiagonale Spaltbarkeit des Aragons besitzt.

Je dicker die Stengel dieses radial zusammengesetzten Minerals sind, um so deutlicher tritt nach obigem Autor die laterale Spaltbarkeit hervor, die deutlicher ist als beim Aragon, aber doch nicht so deutlich, um sie zu Messungen benützen zu können.

Auf Grund dieser Angaben Breithaupt's wird jetzt allgemein der röthliche Manganocalcit von Schemnitz für isomorph mit Aragon, daher auch für rhombisch gehalten.

Ich habe die Stücke des ungarischen Nationalmuseums geprüft, kenne auch die Wiener Exemplare, und kann darüber Folgendes berichten.

Dieses röthliche Schemnitzer Mineral besteht aus zu Büschel- oder Kugelsegmenten radial verbundenen Fasern oder Stengeln von unregelmässigem, meist rundlichem Querschnitt, welche oft mehr oder minder innig — unten besser als oben — verwachsen sind und gegen ihr freies Ende in eine Spitze verlaufen. Die Länge der Stengel beträgt bis gegen 12 mm, die Dicke von 0,1 bis 0,4 mm. Die dickeren Stengel erscheinen durch Anlagerung dünner oft schilfartig gerieft, und haben oft im Innern einen mehr durchsichtigen dreikantigen Kern.

---

*) Aus dem »Math. Természettud. Értesitö« der Ungar. Akad. der Wiss. **1**, 1883 vom Verf. mittgetheilt.

) Pogg. Ann. 1846, **69, 429.

Die laterale Spaltbarkeit, welche Breithaupt betont, reducirt sich darauf, dass man die Fasern und Stengel, wenn sie weniger verwachsen sind, ihrer Längsrichtung nach auseinander brechen kann, sonst haben sie aber entschieden eine rhomboëdrische Spaltbarkeit, wobei die Hauptaxe des Rhomboëders mit ihrer Hauptdimension zusammenfällt.

Oberflächlich zeigen sie jenen eigenthümlichen Schimmer, den man an Braunspäthen so oft wahrnimmt, und der auch hier seine Entstehung gleich orientirten winzigen Rhomboëderflächen verdankt. Diese kleinen, schimmererzeugenden Elemente sind mit der Spaltungsrichtung der Stengel parallel. Spaltbarkeit und Schimmer ist minder deutlich bei angegriffenen, corrodirten, etwas porösen Exemplaren, aus welchen Kalk weggeführt zu sein scheint.

Der Manganocalcit ist daher aus der Reihe der rhombischen Minerale zu streichen, und verfrüht sind auch jene Schlüsse, welche sich auf die Dimorphie des Magnesium-, Mangan- und Eisencarbonates beziehen*).

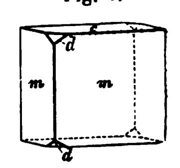
Den Namen Manganocalcit wünsche ich aber aufrecht zu erhalten, er soll ausser dem Schemnitzer Stamm-Minerale noch andere Mittelglieder zwischen Rodochrosit und Calcit in sich begreifen, welche man nicht gut in eine der letztgenannten Species unterbringen kann. Derartige Mangankalkcarbonate trifft man auch in Kapnikbánya, und wird es von dem Resultate der Analyse abhängen, ob jenes röthliche, rhomboëdrisch spaltende, mit Asbest verwebte Mineral, welches in schilfartig gerieften Stengeln zu Dognácska vorkommt, nicht auch hierher zu rechnen ist.

5. **F. Grünling** (in Strassburg): **Ueber das Vorkommen des Baryts im Binnenthal.** In den bekannten mineralführenden Schichten des binnenthäler Dolomits ist bis jetzt das Vorkommen des reinen Baryumsulfats nicht beobachtet worden, da die von dort beschriebenen Barytkrystalle sich als Strontium-haltig erwiesen haben und deswegen dem Barytocölestin zuzählen sind.

Es ist mir nun gelungen, das Vorkommen des Baryts an diesem Fundort festzustellen. Die meist ziemlich kleinen Krystalle finden sich äusserst spärlich in Gesellschaft von Zinkblende, Eisenkies, Dolomit und wohl auch von Dufrénoysit.

Sie lassen in Form und Farbe zwei von einander ganz verschiedene Typen erkennen, welche sich aber nichtsdestoweniger auf demselben Stücke nebeneinander finden können.

Fig. 1.



Die Krystalle des einen stellen Täfelchen von höchstens 2 mm Durchmesser dar, welche gebildet werden von den einfachsten Formen $\{001\}\, 0P = c$, $\{110\}\, \infty P = m$ und $\{102\}\, \frac{1}{2}\bar{P}\infty = d$.

Tafelfläche ist entweder c, meistens aber m; im letzteren Falle (siehe Fig. 1) zeigen die Krystalle einen anscheinend tetragonalen Habitus und besitzen ein von den gewöhnlichen Barytvorkommnissen so abweichendes Aussehen, dass man sie ohne nähere Untersuchung nicht für solchen halten würde. Die etwas matt und trübe erscheinenden Kryställchen sind von hellerbsengelber Farbe und vollkommen spaltbar nach der Fläche c, durch welche auch kein Axenaustritt stattfindet. Die angestellten Messungen gaben die folgenden Werthe, denen zum Vergleich die aus dem Axenverhältniss berechneten Zahlen beigefügt sind.

*) Groth, Tabellar. Uebersicht der Mineralien. Braunschweig 1882, S. 46.

		Gemessen:	Berechnet:
$m : m$	$= (110):(1\bar{1}0)$	$= 77^0 49'$	$78^0 32'$
$m : c$	$= (110):(001)$	90 —	90 —
$d : d$	$= (102):(\bar{1}02)$	77 51	77 43
$m : d$	$= (110):(102)$	60 45	60 54

Der letzte Zweifel über die Natur der Substanz wird noch dadurch beseitigt, dass die spektroskopische Untersuchung neben Baryum kein Strontium und nur eine Spur Calcium ergab, welches wie leicht ersichtlich von einer winzigen Menge anhaftenden Dolomits herrührt.

Herr Dr. Zimmermann in München hatte die Freundlichkeit diese und die folgende spektroskopische Bestimmung auszuführen, wofür ihm an dieser Stelle bestens gedankt sei.

Die Krystalle des anderen Typus, welche sich, wie schon bemerkt, auch neben denen des ersten finden, sind farblos, wasserklar, von prismatischem Habitus und bilden eine Combination folgender Flächen:

$(001)0P = c$, $(110)\infty P = m$, $(011)\breve{P}\infty = o$, $(102)\frac{1}{2}\bar{P}\infty = d$, $(041)4\breve{P}\infty = x$, $(100)\infty\bar{P}\infty = a$, $(101)\bar{P}\infty = u$, $(104)\frac{1}{4}\bar{P}\infty = l$ (Fig. 2); oder von $(001)c$, $(110)m$, $(102)d$, $(111)P = z$ (Fig. 3).

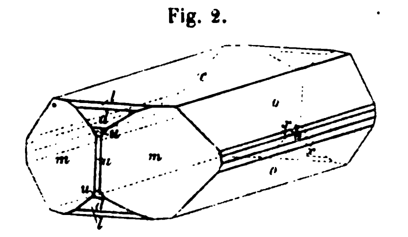


Fig. 2.

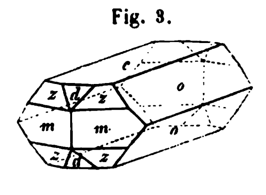


Fig. 3.

Die Ausbildung der Krystalle hat auch darum noch ein besonderes Interesse, weil dieselben nach der Brachydiagonale verlängert sind, also in der gewöhnlichen Ausbildungsweise des Cölestins erscheinen. Von den an demselben Fundorte sich findenden Barytocölestinkrystallen unterscheiden sie sich durch das starke Vorherrschen des Prisma und der Basis, während jene einen spitzprismatischen Habitus besitzen, hervorgerufen durch das starke Vorherrschen zweier Pyramiden*).

Die Beschaffenheit der Flächen ist eine sehr gute, sie sind in keiner Weise gestreift oder matt. Die angestellten Messungen ergaben folgende Zahlen:

		Gemessen:	Berechnet:
$(110):(1\bar{1}0)$	$= m : m =$	$78^0 32'$	$78^0 22'$
$(102):(\bar{1}02)$	$= d : d$	77 42	77 43
$(001):(104)$	$= c : l$	21 51	21 56
$(001):(101)$	$= c : u$	58 11	58 11
$(011):(0\bar{1}1)$	$= o : o$	105 21	105 26
$(001):(041)$	$= c : x$	78 39	79 14
$(111):(1\bar{1}1)$	$= z : z$	69 23	69 25
$(100):(111)$	$= a : z$	45 37	45 42
$(001):(111)$	$= c : z$	64 17	64 19

*) Vergl. Neminar, Mineral. Mittheil. von Tschermak 1876, S. 59.

Die Form $x = 4\breve{P}\infty$ habe ich nirgends angegeben gefunden, sie scheint deshalb eine noch nicht beobachtete zu sein. Dieselbe trat nur mit einer einzigen Fläche auf, welche keine so genaue Einstellung wie die übrigen Krystallflächen gestattete.

Die Spaltbarkeit ist vollkommen nach *c* und deutlich nach *m*. Die spektroskopische Untersuchung dieser Krystalle ergab nur Baryum, so dass es keinem Zweifel mehr unterliegt, dass auch diese Krystalle reiner Baryt sind.

6. Preisaufgabe der k. Akademie der Wissenschaften zu Wien (F. von Baumgartner'scher Preis). Es sind möglichst zahlreiche Bestimmungen an Krystallen der verschiedenen Systeme über die elektrische Leitungsfähigkeit und über die Ausbreitung der Elektricität auf der Oberfläche solcher Krystalle anzustellen.

Preis 1000 fl. ö. W. Einsendungstermin 31. Dec. 1885.

XVI. Auszüge.

1. H. Topsøe (in Kopenhagen): **Krystallographisch-chemische Untersuchungen homologer Verbindungen** (Oversigt o. d. k. D. Vidensk. Selsk. Forh. 1882. — 139 SS. mit 6 Taf.). Der Verf. beabsichtigte, die Aenderungen der Krystallformen durch den Eintritt monovalenter Alkoholradicale $C_n H_{2n+1}$ für Wasserstoff und die Abhängigkeit dieser Aenderung von der Anzahl der eintretenden Radicale und von der Grösse des Moleküls der Verbindung zu studiren, und wählte dazu die substituirten Ammonium-Doppelsalze, weil hier sowohl der Eintritt verschiedener Alkoholradicale für dasselbe Wasserstoffatom, als auch die Ersetzung verschiedener Wasserstoffatome durch dasselbe Radical sich vergleichen lassen.

Die leicht löslichen unter den beschriebenen Salzen wurden durch langsame Verdunstung (gewöhnlich unter einer Glocke mit Schwefelsäure) krystallisiren gelassen, die schwerer löslichen, wie die Platindoppelsalze, in denen sämmtliche Wasserstoffatome durch Alkoholradicale ersetzt sind, dagegen durch sehr langsame Abkühlung heisser Lösungen.

Monomethylammonium-Platin-Chlorid.
$2N(CH_3)H_3Cl.PtCl_4$.

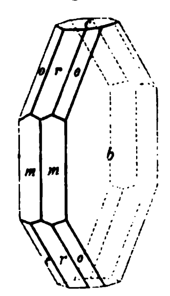
Hexagonal-rhomboëdrisch, $a : c = 1 : 1,5652$ nach Luedecke (diese Zeitschr. 4, 325). Der Verf. erhielt von diesem schwer löslichen Salze nur sehr kleine, fast mikroskopische Krystalle, welche keine Messungen gestatteten.

Die entsprechende Bromverbindung konnte ebenfalls nicht in messbaren Krystallen erhalten werden.

Monomethylammonium-Gold-Chlorid.

A. $N(CH_3)H_3Cl.AuCl_3 + H_2O$.

Fig. 1.



Rhombisch.

$a : b : c = 0,2698 : 1 : 0,2322$.

Hellgelbe, tafelförmige, verwitternde Krystalle, welche sich beim Umkrystallisiren theilweise zersetzen. Combination: $b = (010)\infty\breve{P}\infty$ vorherrschend, $m = (110)$ ∞P, $o = (121)2\breve{P}2$ manchmal unvollzählig, häufig noch $r = (101)\bar{P}\infty$ und $c = (001)0P$ untergeordnet, an einem Krystalle sehr schmal $n = (130)\infty\breve{P}3$. Die Flächen sind glänzend, ausser $c(001)$, aber uneben.

	Beobachtet:	Berechnet:
$m : m = 110 : 1\bar{1}0$	$= {}^*30^0 12' \pm 35'$	—
$n : b = 130 : 010$	51 8 appr.	$51^0\ 1'$
$o : b = 121 : 010$	$70\ 41 \pm 29$	$70\ 36\frac{1}{2}$
$o : c = 121 : 001$	—	$44\ 21\frac{1}{2}$
$r : r = 101 : \bar{1}01$	$81\ 31 \pm 7$	81 26
$o : m = 121 : 110$	$46\ 57 \pm 21$	$47\ 7\frac{1}{2}$
$r : m = 101 : 110$	$^*50\ 58 \pm 14$	—
$o : o = 121 : \bar{1}21$	$76\ 16 \pm 34$	75 56
$o : m' = 121 : 1\bar{1}0$	$59\ 19 \pm 1$	59 30

Keine deutliche Spaltbarkeit.

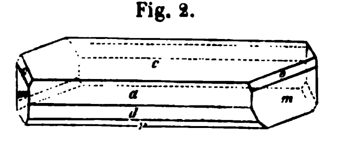
B. $N(CH_3)H_3Cl.AuCl_3$.

Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 2,533 : 1 : 1,637$$
$$\beta = 72^0\ 30'.$$

Das wasserfreie Salz krystallisirt aus einer 60⁰ warmen Lösung bei deren langsamer Verdampfung, aber in nicht messbaren blättrigen Aggregaten. Die gemessenen Krystalle wurden bei gewöhnlicher Temperatur aus einer stark salzsäurehaltigen Lösung erhalten in Form kleiner, nadelförmiger, nach der Orthodiagonale verlängerter Combinationen: $c = (001)0P$ vorherrschend, $d = (20\bar{1}) + 2P\infty$, $a = (100)\infty P\infty$ und untergeordnet $r = (10\bar{1}) + P\infty$, am Ende $m = (110)\infty P$ und sehr schmal $o = (111) - P$. Die Flächen sind stark glänzend, aber gekrümmt.

Fig. 2.



	Beobachtet:	Berechnet:
$c : d = 001 : \bar{2}01$	$= {}^*63^0 37' \pm 20'$	—
$c : a = 001 : 100$	$^*72\ 30 \pm 7$	—
$c : r = 001 : \bar{1}01$	36 40 appr.	$37^0 24'$
$d : m = 20\bar{1} : 110$	$^*74\ 0 \pm 0$	—
$m : m' = 110 : \bar{1}10$	45 30	44 58
$o : c = 111 : 001$	$54\ 30 \pm 22$	54 34
$o : o = 111 : 1\bar{1}1$	—	98 32
$m : c = 110 : 001$	$38\ 15 \pm 50$	83 24

Monomethylammonium-Kupfer-Chlorid.

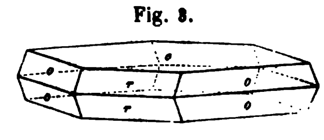
$2N(CH_3)H_3Cl.CuCl_2$.

Rhombisch.

$$a : b : c = 0,972 : 1 : 0,833.$$

Aus stark eingedampfter Lösung erhält man olivengrüne, dünne Tafeln ohne deutliche Randflächen, nach längerem Stehen der Lösung jedoch einzelne dickere, sechsseitige Krystalle, tafelförmig nach $c = (001)0P$, und begrenzt von den Flächen o und r, denen wegen der Beziehung zur Aethylverbindung die Zeichen $(331)3P$ und $(301)3\bar{P}\infty$ gegeben wurden. Die Messungen sind nur approximativ.

Fig. 3.



		Beobachtet:	Berechnet:
$o : c$	= 331 : 001 =	*74° 25' ± 55'	—
$o : o$	= 331 : $\bar{3}$31	*84 20 ± 15	—
$o : r$	= 331 : 301	42 8 ± 7	42° 10'
$r : c$	= 301 : 001	68 20 ± 10	68 45

Spaltbar nach c(001) höchst vollkommen, ausserdem nach den Mittelkanten der Pyramide, wahrscheinlich nach (110)∞P.

Optische Axenebene (100)∞$\bar{P}$∞, Mittellinie Axe c, $2H_a = 47^0\ 18'$.

Anmerk. Ein Doppelsalz $NCH_3H_3Cl.CuCl_2$ scheint nicht zu existiren, da bei der Mischung der beiden Salze nach diesem Verhältniss neben dem obigen Doppelsalze $CuCl_2$ auskrystallisirt.

Monomethylammonium-Quecksilber-Chlorid.

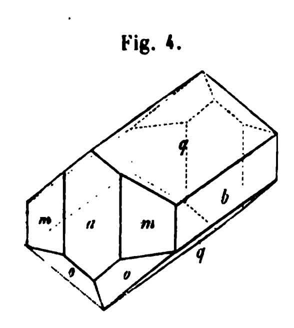
A. $2N(CH_3)H_3Cl.HgCl_2$.

Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0,6030 : 1 : 0,8488$$
$$\beta = 83^0\ 40'.$$

Bei langsamer Verdampfung und grossem Ueberschuss von Methylaminchlorid krystallisirt das Salz in durchsichtigen, farblosen, an der feuchten Luft zerfliesslichen, zu Gruppen verwachsenen Tafeln, an denen b = (010)∞R∞ oder eine Fläche von q = (011)R∞ vorherrscht; sehr gewöhnlich ist die nach q prismatische Combination (Fig. 4) mit a = (100)∞P∞, m = (110)∞P und o = (11$\bar{1}$)+P; selten sind (021) 2R∞ und eine Hemipyramide, wahrscheinlich (111) —P. Zuweilen sind die Krystalle auch platt nach a(100) und nach der Verticalaxe verlängert. Ein einziger Krystall zeigt oktaëdrischen Habitus durch gleich grosse Ausbildung von (110) und (011) mit untergeordnetem (010). An einem anderen wurden zwei nicht bestimmbare hintere Hemipyramiden beobachtet. Die Flächen sind glänzend, aber gekrümmt.

Fig. 4.



		Beobachtet:	Berechnet:
$q : q$	= 011 : 0$\bar{1}$1 =	*80° 17½' ± 22'	—
	021 : 010	30 41½ ± 7	30° 39½'
$m : m$	= 110 : 1$\bar{1}$0	*61 52 ± 9	—
$q : a$	= 011 : 100	*85 10 ± 7	—
	111 : 100	38 30 circa	40 43
$o : a$	= 11$\bar{1}$: 100	45 9 ± 18	45 4
$q : m$	= 011 : 110	66 20½ ± 24	66 11
$q : m'$	= 011 : $\bar{1}$10	74 6 ± 77	74 59½
$o : o$	= 11$\bar{1}$: 1$\bar{1}\bar{1}$	54 47	54 31
$o : m$	= 11$\bar{1}$: 110	32 50 ± 6	32 43½
	111 : 110	—	29 53

Spaltbarkeit nach (100) ziemlich deutlich.

B. $N(CH_3)H_3Cl.HgCl_2$.

Hexagonal-rhomboëdrisch.

$a : c = 1 : 1,2589$.

Bei einer Zusammensetzung der Lösung aus gleichen Molekülen oder geringem Ueberschuss an Methylammoniumchlorid. Farblose oder trübe, fast rechtwinkelige Rhomboëder $R(10\bar{1}1)$ mit dem Prisma $\infty R(10\bar{1}0)$, einzelne grössere und krummflächige Krystalle zeigen auch R allein, tafelförmig nach einem Flächenpaar. Die Krystalle, welche sehr leicht löslich, aber in trockner Luft sich halten, sind glänzend und oft gut reflectirend.

		Beobachtet:	Berechnet:
$R : \infty R$	$= 10\bar{1}1 : 10\bar{1}0$	$= 34^0\ 32' \pm 3'$	$34^0\ 31\frac{1}{2}'$
$R : \infty R'$	$= 10\bar{1}1 : 01\bar{1}0$	$65\ \ 39 \pm 4$	$65\ \ 40$
$R : R$	$= 10\bar{1}1 : \bar{1}101$	$*91\ \ 2\frac{1}{2} \pm 2\frac{1}{2}$	—

Keine deutliche Spaltbarkeit.

C. $N(CH_3)H_3Cl.2HgCl_2$.

Rhombisch.

$a : b : c = 0,7632 : 1 : 0,4853$.

Aus einer Lösung, welche die beiden Salze in dem durch die Formel gegebenen Verhältnisse enthalten, entstehen beim Abkühlen lange farblose Nadeln $(110)\infty P$ mit dem Doma $(101)\bar{P}\infty$ am Ende. Das ziemlich schwer lösliche und an der Luft beständige Salz ist sehr gut messbar.

	Beobachtet:	Berechnet:
$110 : 1\bar{1}0$	$= *74^0\ 42' \pm 4'$	—
$101 : \bar{1}01$	$64\ \ 52 \pm 10$	$64^0\ 54'$
$101 : 110$	$*64\ \ 45 \pm 6$	—

Spaltbar nach (110) ausgezeichnet.

Dimethylammonium-Platin-Chlorid.

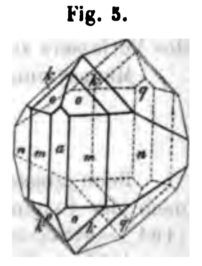
$2N(CH_3)_2H_2Cl.PtCl_4$.

Rhombisch.

$a : b : c = 0,9956 : 1 : 0,9764$.

Durch langsames Abkühlen der Lösung in gelben, durchsichtigen, diamantglänzenden Krystallen von oktaëderähnlichem Habitus; Combination (Fig. 5): $n = (120)\infty\breve{P}2$ und $q = (011)\breve{P}\infty$ meist im Gleichgewicht, ferner untergeordnet: $m = (110)\infty P$, $a = (100)\infty\bar{P}\infty$, $o = (111)P$, $k = (122)\breve{P}2$, von denen a und o gewöhnlich fehlen. Einzelne Krystalle nach Axe c prismatisch. Vorzüglich glänzend und messbar. Es liegt bereits eine Untersuchung des Salzes durch Luedecke (diese Zeitschrift 4, 325) vor, welche mit derjenigen des Verf. vollständig übereinstimmt.

Fig. 5.



	Beobachtet:	Berechnet:
$n : n = 120 : \bar{1}20 =$	*53° 20′ ± 12′	—
$m : m = 110 : 1\bar{1}0$	89 34 ± 6	89° 45′
$o : q = 111 : 011$	35 5 ± 1	35 3½
$k : q = 122 : 011$	19 21½ ± 2	19 20
$q : q = 011 : 0\bar{1}1$	88 44 ± 6	88 38
$q : n = 011 : 120$	*51 22 ± 1	—
$q : m = 011 : 110$	60 33 ± 5	60 32½
$k : m = 122 : 110$	45 31	45 35½

Spaltbarkeit nach (120) vollkommen, nach (100) deutlich.

Dimethylammonium-Platin-Bromid.

Rhombisch.

$$a : b : c = 0,9972 : 1 : 0,9939.$$

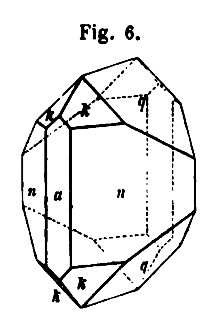


Fig. 6.

Darstellung = vorigem. Tief karmoisinrothe Prismen $n = (120)\infty\breve{P}2$, am Ende $q = (011)\breve{P}\infty$ und meist untergeordnet $k = (122)$, oft unvollzählig, und $a = (100)\infty\bar{P}\infty$; zuweilen noch schmale Flächen von $m = (110)\infty P$ und an einem Krystalle $b = (010)\infty\breve{P}\infty$ in Spuren. Gut spiegelnd.

	Beobachtet:	Berechnet:
$n : n = 120 : \bar{1}20 =$	*53° 14½′ ± 8′	—
$n : m = 120 : 110$	18 38½	18° 27′
$q : q = 011 : 0\bar{1}1$	*89 39 ± 3	—
$k : q = 122 : 011$	19 28 ± 1	19 28
$q : n = 011 : 120$	50 59½ ± 4	50 56
$k : n = 122 : 120$	41 58 ± 3	41 58

Spaltbarkeit, wie bei dem isomorphen Chlorid, nach (120) vollkommen, nach (110) deutlich.

Kleine flächenärmere Krystalle desselben Salzes untersuchte Hiortdahl diese Zeitschr. 6, 462.

Dimethylammonium-Gold-Chlorid.

$$N(CH_3)_2H_2Cl.AuCl_3.$$

Dieses Salz ist bereits von Hiortdahl (diese Zeitschr. 6, 465) beschrieben worden, und wir legen daher im Folgenden Dessen Aufstellung, statt derjenigen des Verfassers zu Grunde.

Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 2,1915 : 1 : 3,1908$$
$$\beta = 81^0 56'.$$

Beim langsamen Abkühlen der Lösung bildeten sich hellgelbe, durchsichtige, nach der Symmetrieaxe verlängerte Krystalle der Combination (Fig. 7): $d = (101) - P\infty$, $c = (001)0P$, nach einer dieser beiden Flächen tafelartig, ferner $r = (10\bar{1}) + P\infty$ und $l = (30\bar{1}) + 3P\infty$, am Ende $o = (11\bar{1}) + P$ und $\omega =$

(111)—P, welche letztere Form oft eine einzelne Fläche gross ausgebildet zeigt. Die Formen $q = (012)\frac{1}{2}P\!\!\!/\infty$ und $x = (113)$—$\frac{1}{3}P$ wurden nur an einem Kry-

Fig. 7.

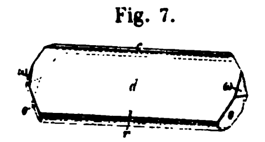
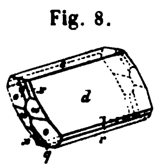


Fig. 8.



stall beobachtet (Fig. 8). Das Salz hält sich unverändert an der Luft; bei der Auflösung in heissem Wasser scheidet sich Gold aus. Die Flächen sind gut spiegelnd.

		Beobachtet:	Berechnet:
$d : l$	$= 101 : 30\bar{1}$	$= 45^0\ 4' \pm 5'$	$45^0\ 0\frac{1}{2}'$
$d : r$	$= 101 : 10\bar{1}$	$68\ 47 \pm 3$	$68\ 47\frac{1}{2}$
$c : r$	$= 001 : \bar{1}01$	$*61\ 5 \pm 5$	—
$c : d$	$= 001 : 101$	$*50\ 7\frac{1}{2} \pm 5$	—
$o : r$	$= 11\bar{1} : 10\bar{1}$	$*62\ 28 \pm 15$	—
$o : o$	$= 11\bar{1} : \bar{1}11$	$55\ 2 \pm 6$	$55\ 4$
$\omega : d$	$= 111 : 101$	$59\ 12 \pm 12$	$59\ 16$
$o : d$	$= 11\bar{1} : 101$	$80\ 22\frac{1}{2} \pm 16$	$80\ 22\frac{1}{2}$
$o : q'$	$= 11\bar{1} : 01\bar{2}$	$29\ 30$ circa	$29\ 41$
$d : x$	$= 101 : 113$	$48\ 12$ circa	$47\ 58$
$\omega : o$	$= 111 : 11\bar{1}$	$32\ 10 \pm 6$	$32\ 2\frac{1}{2}$
$\omega : c$	$= 111 : 001$	$70\ 43\frac{1}{2} \pm 3$	$70\ 52\frac{1}{2}$
$o : c'$	$= 11\bar{1} : 00\bar{1}$	$77\ 6 \pm 15$	$77\ 5$
$l : o$	$= 30\bar{1} : 11\bar{1}$	$65\ 2 \pm 8$	$64\ 58\frac{1}{2}$
$l : \omega$	$= 30\bar{1} : 111$	$68\ 53 \pm 2$	$68\ 49$
$\omega : r$	$= 111 : 10\bar{1}$	$79\ 24 \pm 4$	$79\ 21$
$q : q$	$= 012 : 01\bar{2}$	—	$64\ 42$
$x : x$	$= 113 : \bar{1}1\bar{3}$	—	$96\ 6$

Keine deutliche Spaltbarkeit.

Bei einer anderen Aufstellung der Krystalle, bei welcher die Symbole

$$(10\bar{1})(30\bar{1})(101)(001)(11\bar{1})(111)(012)(113)$$

sich verwandeln in:

$$(102)(001)(10\bar{1})(100)(122)(11\bar{1})(120)(32\bar{2})$$

erhält man das Axenverhältniss:

$$a : b : c = 0{,}7926 : 1 : 0{,}7303$$
$$\beta = 84^0\ 52'$$

und Uebereinstimmung mit einigen analogen Verbindungen (s. unten).

Dimethylammonium-Kupfer-Chlorid.

A. $3N(CH_3)_2H_2Cl.CuCl_2$.

Bräunlichgelbe Tafeln, zu kammförmigen Aggregaten verwachsen; zerfliesslich und nicht messbar.

B. $2N(CH_3)_2H_2Cl.CuCl_2$.

Rhombisch (?).

$a : b : c = 0,895 : 1 : 0,688$.

Bei langsamer Verdunstung zerfliessliche gelbbraune, grosse, aber schlecht ausgebildete Tafeln, seltener oktaëderähnliche Combinationen von (110)∞P und (011)P̆∞, im letzteren Falle beide Formen im Gleichgewicht. Nur einige Krystalle gestatteten approximative Messungen.

	Beobachtet:	Berechnet:
110 : 1̄10 =	83° 37′ ± 13′	83° 38′
011 : 01̄1	69 2 ± 86	69 2
110 : 011	67 46½ ± 52	67 48

C. $N(CH_3)_2H_2Cl.CuCl_2$.

Monosymmetrisch.

$a : b : c = 1,6675 : 1 : 1,3840$

$\beta = 82^0\ 23\frac{1}{2}'$.

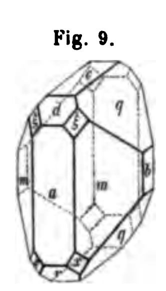


Fig. 9.

Beim freiwilligen Verdampfen der Lösung gleicher Moleküle der Salze als braunschwarze, nur in dünnen Schichten durchsichtige, stark glänzende kurze Prismen m = (110)∞P mit a = (100)∞P∞, am Ende q = (011)P∞ und c = (001)0P, meist auch d = (101) —P∞, r = (101̄)+P∞ und x = (211̄)+2P2 untergeordnet, selten und sehr klein ξ = (211)—2P2, b = (010)∞P∞, (310)∞P3, (112̄)+½P. Die Flächen sind gewöhnlich gekrümmt, daher die Messungen, besonders die der kleineren Flächen, nur approximativ. Zerfliesslich in feuchter Luft.

		Beobachtet:	Berechnet:
$m : m'$	= 110 : 1̄10 =	*62° 21′ ± 21′	—
	310 : 31̄0	—	57° 42′
$a : c$	= 100 : 001	83 50	82 23½
$a : r$	= 100 : 101̄	54 30 circa	54 52
$a : d$	= 100 : 101	44 30 circa	45 50
$q : q$	= 011 : 01̄1	*107 49 ± 12	—
$q : m$	= 011 : 110	*42 58 ± 12	—
$q : m'$	= 011 : 1̄10	49 17 ± 14	49 23
$d : m$	= 101 : 110	69 45 circa	68 51½
$d : q$	= 101 : 011	61 10 ± 40	61 45½
$\xi : q'$	= 211 : 01̄1	98 45 circa	99 6
$q : a$	= 011 : 100	85 42 ± 11	85 31½
$q : x'$	= 011 : 2̄11	46 45 circa	46 32½
$q : r'$	= 011 : 1̄01	64 25 ± 26	64 22
$m : x$	= 110 : 211̄	30 14 ± 12	30 30
	011 : 1̄12	26 6 ± 6	26 11

Spaltbar nach a(100) vollkommen.

Dimethylammonium-Quecksilber-Chlorid.

A. $2N(CH_3)_2H_2Cl.HgCl_2$.

Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0,6515 : 1 : 0,4555$$
$$\beta = 85^0\ 4'.$$

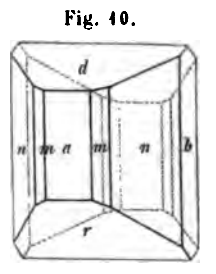


Fig. 10.

Bei langsamer Verdunstung der Auflösung beider Salze in obigem Verhältniss erhält man vierseitige Tafeln $a = (100)\infty P\infty$, begrenzt von $n = (120)\infty P2$ und $d = (102) - \frac{1}{2}P\infty$, häufig auch $r = (10\bar{1}) + P\infty$; die anderen Formen: $m = (110)\infty P$, $b = (010)\infty P\infty$, $(16\bar{4})\frac{3}{2}P6$?, treten zurück. Glänzende, aber gekrümmte Flächen, besonders die untergeordneten derselben schlecht messbar, daher ist namentlich die Bestimmung der c-Axe nicht genau. Das Salz ist etwas zerfliesslich, aber ohne Zersetzung umzukrystallisiren. Zwillinge nach $c(001)$ nicht selten.

		Beobachtet:	Berechnet:
$n : a$	$= 120 : 100 =$	$*52\ 28\frac{1}{2}' \pm 19'$	—
$m : a$	$= 110 : 100$	$33\ 10 \pm 5$	$33^0\ 4'$
$d : a$	$= 102 : 100$	$*66\ 22\frac{1}{2} \pm 16$	—
$r : a$	$= 10\bar{1} : 100$	$*58\ 22 \pm 10$	—
$n : d$	$= 120 : 102$	$75\ 47 \pm 25$	$75\ 52$
	$120 : 16\bar{4}$	$59\ 10 \pm 30$	$57\ 59$
	$16\bar{4} : \bar{1}0\bar{2}$	$44\ 7$	$46\ 9$
Zwillingswinkel:			
$a : \underline{a}$	$= 100 : \underline{\bar{1}00}$	$47\ 22$	$47\ 15$
$n : \underline{n}$	$= 120 : \underline{\bar{1}\bar{2}0}$	$28\ 16$	$28\ 16$

Spaltbarkeit nach $a(100)$ vollkommen.

B. $N(CH_3)_2H_2Cl.2HgCl_2$.

Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 2,3437 : 1 : 1,5032$$
$$\beta = 76^0\ 13'.$$

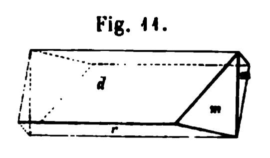


Fig. 11.

Durch langsames Abkühlen heisser Lösung erhalten. Farblose, nadelförmige Prismen $d = (101) - P\infty$, $r = (10\bar{1}) + P\infty$, am Ende $m = (110)\infty P$; an einem Krystall $a = (100)\infty P\infty$ in Spuren. Die Flächen sind fast diamantglänzend und scharf messbar. Das Salz ist unveränderlich an der Luft, schwer löslich in kaltem, leichter in warmem Wasser, wobei es sich zersetzt, indem sich das folgende Salz abscheidet.

		Beobachtet:	Berechnet:
$d : r$	$= 101 : 10\bar{1} =$	$*64^0\ 42' \pm 7'$	—
$m : m$	$= 110 : \bar{1}10$	$47\ 31 \pm 4$	$47^0\ 26'$
$d : m$	$= 101 : 110$	$*74\ 20 \pm 4$	—
$r : m$	$= 10\bar{1} : 110$	$*81\ 8 \pm 3$	—

Spaltbarkeit nach $(001)0P$ vollkommen.

C. $2N(CH_3)_2H_2Cl.5HgCl_2$.

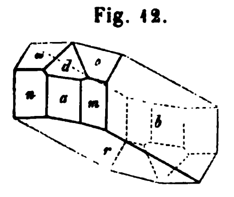
Asymmetrisch.

$a : b : c = 1,9605 : 1 : 0,8685$.

$\alpha = 95^0\ 5\frac{1}{2}'$ $\quad A = 95^0\ 12'$
$\beta = 98\ 40\frac{1}{2}$ $\quad B = 98\ 44$
$\gamma = 90\ 17$ $\quad C = 91\ 4$

Aus Lösungen, welche 2 bis 5 Mol. $HgCl_2$ auf 1 Mol. $N(CH_3)_2H_2Cl$ enthielten, in perlmutterglänzenden, oft durchsichtigen, langgestreckten Tafeln mit vorherrschendem $r = (10\bar{1}),\bar{P},\infty$, $b = (010)\infty\bar{P}\infty$, ferner $m = (210)\infty\breve{P}'2$, $n = (2\bar{1}0)\infty'\breve{P}2$, $o = (111)P'$, $\omega = (1\bar{1}1)'P$, $d = (401)4'\breve{P}'\infty$, seltener $a = (100)\infty\breve{P}\infty$ und $(31\bar{1})3\breve{P},3$; m und o erscheinen oft klein, wodurch die Krystalle einen speerförmigen Habitus annehmen. Das Salz ist gut messbar, hält sich an der Luft und ist schwer löslich. Häufig Zwillinge nach $r(10\bar{1})$.

Fig. 12.



		Beobachtet:		Berechnet:
$r' : b$	$= \bar{1}01 : 010$	$= {}^*85^0 25'$	$\pm$ 14'	—
$r' : o$	$= \bar{1}01 : 111$	55 14	$\pm$ 8	$55^0 16\frac{1}{2}'$
$r : m$	$= 10\bar{1} : 210$	*81 42	$\pm$ 2	—
	$10\bar{1} : 31\bar{1}$	45 30		45 14
$m : o$	$= 210 : 111$	42 56	$\pm$ 9	$42\ 57\frac{1}{2}$
$r' : \omega$	$= \bar{1}01 : 1\bar{1}1$	$58\ 51\frac{1}{2}$	$\pm$ 10	58 49
$\omega : n$	$= 1\bar{1}1 : 2\bar{1}0$	$^*46\ 13\frac{1}{2}$	$\pm$ 15	—
$n : r$	$= 2\bar{1}0 : 10\bar{1}$	74 56	$\pm$ 10	$74\ 57\frac{1}{2}$
$m : b$	$= 210 : 010$	*45 14	$\pm$ 13	—
$m : n$	$= 210 : 2\bar{1}0$	*88 26	$\pm$ 25	—
$o : b$	$= 111 : 010$	50 13	$\pm$ 3	$50\ 10\frac{1}{2}$
$o : \omega$	$= 111 : 1\bar{1}1$	73 12	$\pm$ 10	$73\ 19\frac{1}{2}$
$d : b$	$= 401 : 010$	86 11	$\pm$ 4	86 16
$r : a$	$= 10\bar{1} : 100$	73 38	$\pm$ 6	$73\ 40\frac{1}{2}$
$d : a$	$= 401 : 100$	33 46	$\pm$ 2	$33\ 48\frac{1}{2}$
Zwillingswinkel:				
$b : \underline{b}$	$= 010 : \underline{0\bar{1}0}$	8 43		9 10

Spaltbarkeit vollkommen nach $r(10\bar{1})$, weniger vollkommen, wie es scheint, nach $b(010)$.

Trimethylammonium-Platin-Chlorid.

$N(CH_3)_3HCl.PtCl_4$.

Regulär (bereits von Schabus und von Luedecke bestimmt). Röthlichgelbe, grosse Oktaëder mit kleinen Hexaëderflächen, häufig auch beide Formen im Gleichgewicht. Spaltbar nach (100) vollkommen. Ziemlich leicht löslich.

Trimethylammonium-Platin-Bromid.

$N(CH_3)_3HBr.PtBr_4$.

Grosse karmoisinrothe, diamantglänzende Cubooktaëder oder Hexaëder mit untergeordnetem Oktaëder. Nur in kleinen Krystallen durchsichtig. Spaltbar nach (100) vollkommen.

Trimethylammonium-Gold-Chlorid.

$N(CH_3)_3 HCl.AuCl_3$.

Monosymmetrisch, nach Hiortdahl:

$$a : b : c = 0,8546 : 1 : 0.8564$$
$$\beta = 81^0 29'.$$

Der Verf. erhielt aus heisser wässeriger Lösung beim Abkühlen das Salz in dünnen, hellgelben, spröden Tafeln von rectangulärem Umriss, häufig packetartig aufeinander geschichtet. Dieselben waren gebildet von den Flächen $b = (010)\infty\mathcal{R}\infty$ vorherrschend und begrenzt von $\omega = (111)-P$ und $o = (11\bar{1})+P$, zu denen häufig noch $a = (100)\infty P\infty$ und $c = (001)0P$, zuweilen auch $p = (110)\infty P$ und $l = (011)\mathcal{R}\infty$ hinzutraten (s. Fig. 13). Da die Kante $o : o$ wegen der fast vollständigen Gleichheit der Axen a und c beinahe genau senkrecht auf der Kante $\omega : \omega$ steht, hielt der Verf. die Krystalle irrthümlicherweise*) für rhombisch und nahm b zur Basis, ω und o als Makro- resp. Brachydoma, a und c als Prisma, endlich l und p als Pyramide. Er fand nun nicht selten die Krystalle dünntafelartig nach einem Prismenflächenpaar ausgebildet, während das andere ganz fehlte; dies erklärt sich einfach daraus, dass jenes vorherrschende Flächenpaar der Basis entspricht, nach welcher auch die Krystalle Hiortdahl's tafelartig waren, das fehlende dagegen dem Orthopinakoid. Im Folgenden sind nun die Messungen des Verfassers, welche an gut spiegelnden Flächen angestellt wurden (nur b erschien trichterförmig vertieft) auf die oben angegebenen Elemente Hiortdahl's bezogen.

Fig. 13.

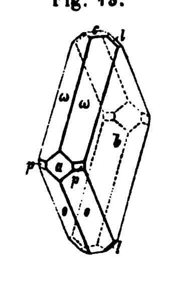
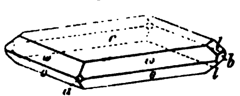


Fig. 14.



*) Obgleich die Angabe Hiortdahl's (s. diese Zeitschr. 6, 466) über die Lage der optischen Axen keinen Zweifel an der Richtigkeit seiner Bestimmung des Krystallsystems liess, und ebenso unzweifelhaft die Identität der von beiden Beobachtern gemessenen Krystalle aus der Uebereinstimmung ihrer Messungen folgte, so hatte doch Herr Hiortdahl die Güte, mir auf meinen Wunsch seinen ganzen Vorrath der Substanz zuzusenden, an welchem ich sofort seine Angaben zu bestätigen im Stande war. Um, nun diejenigen des Herrn Topsøe damit in Einklang zu bringen, wurde der Körper aus heissem Wasser umkrystallisirt und hierbei in Täfelchen erhalten, welche genau der Figur 14 entsprachen und ebenfalls den mit Topsøe's Auffassung ganz unvereinbaren Axenaustritt zeigten. Aus deren Mutterlauge bildeten sich bei gewöhnlicher Temperatur besser spiegelnde Krystalle von sehr mannigfaltiger Ausbildung und meist recht unsymmetrisch verzerrt. Dieselben waren zum Theil kurzprismatisch durch Vorherrschen von $\omega(111)$, mit welchem $c(001)$ als schiefe Endfläche und $b(010)$ als seitliche Abstumpfung combinirt waren, untergeordnet und unvollzählig erschien $o(11\bar{1})$, sehr schmal $l(011)$ und zuweilen $a(100)$ mit einer grossen Fläche, auf welcher der Krystall beim Wachsen aufgelegen war. Andere waren tafelförmig nach $b(010)$ entsprechend Figur 13, nur fehlten die Flächen c und p. Ein Krystall von dieser Ausbildung ergab sich als einen Zwilling nach $a(100)$, indem an der viereckigen Tafel hinten oben ω und unten o erschien, so dass dieselbe ein nach der Verticalaxe symmetrisches Viereck mit ungleichen Winkeln an der oberen und unteren Ecke bildete. Trotz des vollkommenen Glanzes der Flächen ergaben die Messungen, welche Herr Dr. Grünling auszuführen die Gefälligkeit hatte, doch so grosse Schwankungen der Winkel, dass es nothwendig erscheint, bei den oben zu Grunde gelegten, von Herrn Hiortdahl erhaltenen Fundamentalwerthen stehen zu bleiben. P. Groth.

			Beobachtet:	Berechnet:
$\omega : \omega$	=	$111 : 1\bar{1}1$	= 58° 34′ ± 5′	58° 24′
$o : o$	=	$11\bar{1} : 1\bar{1}\bar{1}$	65 55 ± 27	65 54
$p : p$	=	$110 : 1\bar{1}0$	80 32 ± 1	80 24
$o : a$	=	$11\bar{1} : 100$	56 47 ± 12	56 44
$\omega : a$	=	$111 : 100$	—	48 32
$\omega : c$	=	$111 : 001$	48 36 ± 11	48 38
$o : \omega$	=	$111 : 11\bar{1}$	74 32 ± 16	74 31
$\omega : p$	=	$111 : 110$	34 52 ± 6	34 52
$o : p$	=	$11\bar{1} : 110$	39 33	39 39
$a : c$	=	$100 : 001$	81 31	81 29

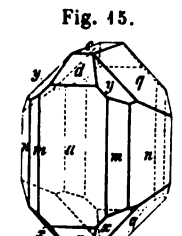
Keine deutliche Spaltbarkeit.

Trimethylammonium-Kupfer-Chlorid.

$N(CH_3)_3HCl.CuCl_2.2H_2O$.

Monosymmetrisch.

Fig. 15.



$a : b : c = 1,0617 : 1 : 0,9583$

$\beta = 88^0\,10'$.

Bei langsamer Verdunstung in gewöhnlicher Temperatur grosse smaragdgrüne Prismen $m = (110)\infty P$, $n = (120)\infty \mathcal{P}2$, mit breitem $a = (100)\infty \mathcal{P}\infty$, am Ende $c = (001)0P$, $q = (011)\mathcal{P}\infty$, $r = (10\bar{1}) + \mathcal{P}\infty$, $x = (\bar{1}22) + \mathcal{P}2$, häufig auch $d = (101) - \mathcal{P}\infty$, seltener $y = (122) - \mathcal{P}2$ und nur an einem Krystall $(320)\infty \mathcal{P}\frac{3}{2}$. Gute Reflexe. Leicht löslich, haltbar in Luft.

			Beobachtet:	Berechnet:
$n : a$	=	$120 : 100$	= *64° 46′ ± 9′	—
		$320 : 100$	35 13	35° 16′
$m : a$	=	$110 : 100$	46 46 ± 21	46 42
$d : a$	=	$101 : 100$	47 6	47 5
$c : a$	=	$001 : 100$	88 9½ ± 9	88 10
$r' : c$	=	$\bar{1}01 : 001$	*42 43 ± 13	—
$q : q$	=	$011 : 0\bar{1}1$	87 8	87 11½
$q : x$	=	$011 : \bar{1}22$	18 11	18 7
$q : y$	=	$011 : 122$	15 13	17 52
$q : a$	=	$011 : 100$	88 41 ± 10	88 40½
$n : d$	=	$120 : 101$	73 2	73 7½
$d : y$	=	$101 : 122$	—	43 34
$n : y$	=	$120 : 122$	—	63 18½
$q : m$	=	$011 : 110$	58 45 ± 15	58 49
$q : m'$	=	$011 : \bar{1}10$	60 58 ± 3	60 55
$m : d$	=	$110 : 101$	63 21 ± 1	62 10
$m : c$	=	$110 : 001$	88 42 ± 1	88 44
$x : n'$	=	$12\bar{2} : \bar{1}20$	61 37 ± 21	61 42
$n : r$	=	$120 : 10\bar{1}$	*73 48 ± 4	—
$q : r$	=	$01\bar{1} : 10\bar{1}$	57 50 ± 6	57 51
$m : r$	=	$110 : 10\bar{1}$	63 22 ± 15	63 20
$x : n$	=	$12\bar{2} : 120$	44 10	43 54
$n : c$	=	$120 : 001$	89 11 ± 3	89 13

	Beobachtet:	Berechnet:
$x : c' = 12\bar{2} : 00\bar{1} =$	$46^0 52' \pm 4'$	$46^0 52'$
$y : c = 122 : 001$	45 38	46 3
$y : y = 122 : 1\bar{2}2$	—	81 16
$x : x = 12\bar{2} : 1\bar{2}\bar{2}$	—	82 38

Spaltbarkeit vorzüglich nach $a(100)$.

Trimethylammonium-Quecksilber-Chlorid.

A. $2N(CH_3)_3HCl.HgCl_2$.

Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0,7033 : 1 : 0,4698$$
$$\beta = 87^0 57'.$$

Aus einer Lösung mit grossem Ueberschuss an Trimethylaminsalz bilden sich verfilzte Nadeln, aus denen durch längeres Verbleiben einzelne deutlichere, flächenreiche, aber immer noch kleine, durchsichtige Prismen entstehen. Beobachtete Formen: $m = (110)\infty P$, $n = (120)\infty R2$, oft auch $l = (320)\infty P\frac{3}{2}$,

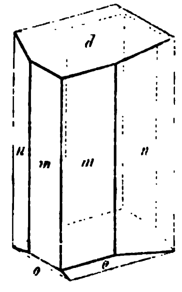


Fig. 16.


Fig. 17.

am Ende $d = (102)-\frac{1}{2}P\infty$ und $o = (12\bar{2})+R2$, s. Fig. 15, oder dieselben Flächen mit $r = (10\bar{2})+\frac{1}{2}P\infty$ und $\omega = (122)-R2$ (Fig. 16). Die Flächen sind schlecht ausgebildet. In feuchter Luft zerfliesslich.

	Beobachtet:	Berechnet:
$m : m = 110 : 1\bar{1}0 =$	$*70^0 12' \pm 15'$	—
$n : n = 120 : 1\bar{2}0$	—	$109^0 8'$
$l : l = 320 : 3\bar{2}0$	—	50 12
$o : m = 12\bar{2} : 110$	$63\ 17 \pm 22$	—
$d : m = 102 : 110$	$73\ 30 \pm 10$	—
$d : o = 102 : \bar{1}22$	$43\ 5 \pm 30$	43 13
$o : o = 12\bar{2} : 1\bar{2}\bar{2}$	$48\ 37 \pm 22$	48 30
$r : m = 10\bar{2} : 110$	$76\ 8 \pm 3$	76 28
$\omega : m = 122 : 110$	60 0 circa	60 32
$\omega : m' = 122 : 1\bar{1}0$	$88\ 50 \pm 10$	88 24
$\omega : o' = 122 : \bar{1}22$	—	33 $38\frac{1}{2}$

Spaltbarkeit nach $a(100)\infty P\infty$.

B. $N(CH_3)_3HCl.HgCl_2$.

Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 1,6165 : 1 : 1,6538$$
$$\beta = 82^0 42'.$$

Das Salz krystallisirt aus alkoholischer oder wässeriger Lösung, wenn diese 2 Mol. Trimethylaminsalz auf 1 Mol. Quecksilberchlorid enthält. Aus wässeriger Lösung undurchsichtige Prismen ohne deutliche Endflächen, aus alkoholischer farblose, nach der Verticalaxe verlängerte und nach a tafelförmige Combinationen von $a = (100)\infty\bar{P}\infty$, $m = (110)\infty P$, $q = (011)\bar{P}\infty$ und $c = (001)0P$. Diamantglänzende, gut ausgebildete Flächen. Hält sich an der Luft.

	Beobachtet:	Berechnet:
$m : a = 110 : 100 =$	*58° 3′ ± 4′	—
$c : a = 001 : 100$	*82 42 ± 4	—
$m : c = 110 : 001$	86 7½ ± 2	86° 8½′
$q : c = 011 : 001$	58 38 ± 10	—
$q : m = 011 : 110$	40 35 ± 5	40 35
$q : m' = 011 : \bar{1}10$	46 27½ ± 7	46 24½
$q : a = 011 : 100$	86 12 ± 4	86 12½

Die spröden, dünnen Tafeln scheinen eine Spaltbarkeit nach $a(100)$ zu besitzen.

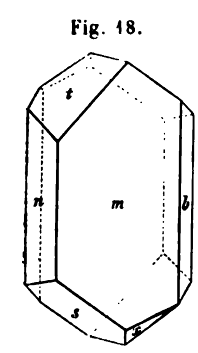
C. $N(CH_3)_3HCl.2HgCl_2$.

Asymmetrisch.

$a : b : c = 0,9033 : 1 : 0,4042.$

$\alpha = 94^0\ 46\frac{1}{2}'$ $\quad A = 95^0\ 10\frac{1}{2}'$
$\beta = 98\ \ 48\frac{1}{2}$ $\quad B = 99\ \ 2$
$\gamma = 87\ \ 46$ $\quad C = 86\ \ 57$

Fig. 18.



Beim langsamen Abkühlen einer Lösung von ungefähr gleichen Molekülen entstehen lange gestreifte Prismen der Combination (Fig. 18): $m = (110)\infty P'$, $n = (1\bar{1}0)\infty ,P$, mit oder ohne $b = (010)\infty\breve{P}\infty$; die Endflächen, welche oft ganz fehlen, sind $s = (2\bar{1}\bar{1})2,\bar{P}2$ allein oder neben diesen untergeordnet $t = (2\bar{1}1)2'\bar{P}2$ und $x = (12\bar{1})2\breve{P},2$. Die Krystalle besitzen ausgezeichneten Glanz.

	Beobachtet:	Berechnet:
$m : n = 110 : 1\bar{1}0 =$	*83° 43′ ± 5′	—
$n : b' = 1\bar{1}0 : 0\bar{1}0$	*49 49 ± 1	—
$m : s = 110 : 2\bar{1}\bar{1}$	*79 51 ± 4	—
$n : s = 1\bar{1}0 : 2\bar{1}\bar{1}$	*49 26½ ± 2	—
$s' : b = \bar{2}11 : 010$	70 10½ ± 2	70° 12′
$m : x = 110 : 12\bar{1}$	55 19 ± 6	55 20½
$m : t = 110 : 2\bar{1}1$	66 44 ± 2	66 45
$s' : t = \bar{2}11 : 2\bar{1}1$	*87 34 ± 4	—
$s : x = 2\bar{1}\bar{1} : 12\bar{1}$	58 35 ± 2	58 35
$n : x' = 1\bar{1}0 : \bar{1}\bar{2}1$	—	78 36½
$n : t = 1\bar{1}0 : 2\bar{1}1$	48 29 ± 6	48 28
$t : b = 2\bar{1}1 : 010$	—	79 38
$x : b = 12\bar{1} : 010$	54 30 ± 4	54 28

Spaltbarkeit nach $n(1\bar{1}0)$ und $b(010)$ vollkommen.

D. $N(CH_3)_3HCl.5HgCl_2$.

Hexagonal-rhomboëdrisch.

$a : c = 1 : 1,1075$.

Aus Lösungen, welche wenigstens 2 Mol. $HgCl_2$ auf 1 Mol. $N(CH_3)_3HCl$ enthalten, krystallisirt das Salz in weissen, fast rechtwinkeligen Tafeln oder würfelähnlichen Rhomboëdern $R(10\bar{1}1)$ mit kleiner Basis $0R(0001)$, zuweilen auch mit schmalen Abstumpfungen der Mittelkanten durch $\infty P2(11\bar{2}0)$. Unveränderlich an der Luft und vorzüglich reflectirend.

	Beobachtet:	Berechnet:
$R : 0R = 10\bar{1}1 : 0001 =$	$^{*}51^0 58\frac{1}{2}' \pm 2'$	—
$R : R = 10\bar{1}1 : \bar{1}101$	$86\ 1\frac{1}{2} \pm 6$	$86^0\ 2'$
$R : \infty P2 = 10\bar{1}1 : 11\bar{2}0$	$47\ 1 \pm 19$	$46\ 59$

Spaltbarkeit nach $R(10\bar{1}1)$ und $0R(0001)$ vollkommen.

Tetramethylammonium-Platin-Chlorid.

$2N(CH_3)_4Cl.PtCl_4$.

Sehr schwer löslich: aus kochender Lösung beim Abkühlen in grossen hellgelben regulären Oktaëdern mit kleinen Hexaëderflächen. Die grösseren Krystalle sind undurchsichtig. Spaltbar nach $O(111)$ vollkommen. Das Salz wurde bereits von Luedecke untersucht.

Tetramethylammonium-Platin-Bromid.

$2N(CH_3)_4Br.PtBr_4$.

Das ziemlich schwer lösliche Salz wurde, wie das vorige, erhalten, in karmoisinrothen, regulären Oktaëdern mit Spuren von $(100)\infty O\infty$. Diamantglanz; einfachbrechend (nur kleine Krystalle sind durchsichtig). Spaltbar nach $(111)O$ vollkommen.

Tetramethylammonium-Gold-Chlorid.

Tetragonal.

$a : c = 1 : 0,8965$.

Schwer löslich. Aus heisser Auflösung kleine, spröde, oktaëderähnliche Pyramiden $(111)P$ mit ausgehöhlten Flächen, häufig untergeordnet $(001)0P$ und $(100)\infty P\infty$, selten und sehr schmal $(110)\infty P$. Die Basis erscheint oft an einem Ende sehr gross und fehlt am anderen. Die Flächen geben scharfe Reflexbilder.

	Beobachtet:	Berechnet:
$001 : 111 =$	$51^0\ 42' \pm 2'$	$51^0\ 44'$
$111 : 1\bar{1}1$	$67\ 29\frac{1}{2} \pm 21$	$67\ 27\frac{1}{2}$

Spaltbar nach $(100)\infty P\infty$ vollkommen.

Tetramethylammonium-Kupfer-Chlorid.

$2N(CH_3)_4Cl.CuCl_2$.

Rhombisch.

$a : b : c = 0,5969 : 1 : 0,7973$.

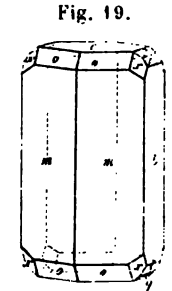


Fig. 19.

Durch langsame Verdunstung der Auflösung beider Salze in dem durch die Formel gegebenen Verhältniss erhält man sehr undeutliche braungelbe Krystallkörner, unter denen nur einzelne gute Messungen gestatteten. Dieselben bilden kurze, sechsseitige Prismen der Combination $b = (010)\infty\breve{P}\infty$, $m = (110)\infty P$, zuweilen sehr schmal $(100)\infty\bar{P}\infty$, am Ende $c = (001)$ $0P$ vorherrschend, ferner $o = (111)P$, untergeordnet $q = (011)\breve{P}\infty$, $l = (021)2\breve{P}\infty$, $x = (121)2\breve{P}2$. Das Salz ist etwas zerfliesslich.

	Beobachtet:	Berechnet:
$m : m = 110 : 1\bar{1}0 =$	$^*61^0 40' \pm 4'$	—
$l : b = 021 : 010$	$32\ \ 6 \pm 4$	$32^0\ 5\frac{1}{2}'$
$q : b = 011 : 010$	$^*51\ 26 \pm 13$	—
$o : c = 111 : 001$	$57\ 22\frac{1}{2} \pm 13$	57 16
$o : q = 111 : 011$	$46\ 14 \pm 14$	46 15
$q : m = 011 : 110$	$71\ 26 \pm 8$	71 22
$x : m = 121 : 110$	$31\ 51 \pm 6$	31 40
$o : b = 111 : 010$	$64\ 20 \pm 9$	$64\ 27\frac{1}{2}$
$x : b = 121 : 010$	$46\ 20 \pm 1$	46 18
$l : m = 021 : 110$	$64\ 21\frac{1}{2} \pm 4$	64 16
$l : o = 021 : 111$	$49\ 20 \pm 7$	49 16
$x : a = 121 : 100$	54 33	54 38
$x : l = 121 : 021$	35 22	35 22

Keine deutliche Spaltbarkeit.

Tetramethylammonium-Quecksilber-Chlorid.

A. $2N(CH_3)_4Cl.HgCl_2$.

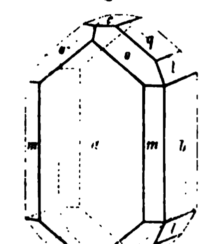


Fig. 20.

Rhombisch.

$a : b : c = 0,5766 : 1 : 0,7893.$

Bei langsamer Verdunstung einer Lösung mit grossem Ueberschuss von Tetramethylammoniumsalz krystallisiren nadelförmige sechs- oder achtseitige Prismen der Combination: $a = (100)\infty\bar{P}\infty$, $b = (010)\infty\breve{P}\infty$, $m = (110)\infty P$, letzteres untergeordnet, am Ende $q = (011)\breve{P}\infty$, $o = (111)P$, seltener und klein $l = (021)$ $2\breve{P}\infty$, $c = (001)0P$. Die Flächen spiegeln schlecht; in feuchter Luft zerfliesslich.

	Beobachtet:	Berechnet:
$m : m = 110 : 1\bar{1}0 =$	$60^0\ 6' \pm 10'$	$59^0 56'$
$o : a = 111 : 100$	$42\ 57 \pm 13$	42 57
$o : m = 111 : 110$	$^*32\ 20 \pm 14$	—
$o : b = 111 : 010$	$^*65\ \ 2 \pm 9$	—
$q : m = 011 : 110$	$71\ 48 \pm 2$	71 58
$q : q = 011 : 0\bar{1}1$	76 42	76 34
$l : q = 021 : 011$	$19\ 15 \pm 5$	19 22

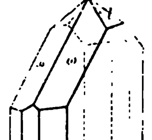
Spaltbar nach einer senkrechten Fläche.

B. $N(CH_3)_4Cl.HgCl_2$.

Monosymmetrisch.

$a : b : c = 0.5657 : 1 : 0.4813$

$\beta = 86^0\ 27'$.



Krystalle dieses sehr schwer löslichen Salzes bilden sich beim Abkühlen heisser Auflösungen, welche 1 oder 2 Mol. $N(CH_3)_4Cl$ auf 1 Mol. $HgCl_2$ enthalten. Kleine diamantglänzende achtseitige Nadeln: beobachtete Formen: $b = (010)\infty R\infty$, $m = (110)\infty P$, $a = (100)\infty P\infty$ sehr schmal, am Ende $\omega = (111) -P$ und $o = (11\bar{1}) +P$, ersteres immer stärker entwickelt; $l = (021)2R\infty$ wurde nur einmal beobachtet. Die Flächen sind stark glänzend und eben. Nicht selten Zwillinge nach $a(100)$.

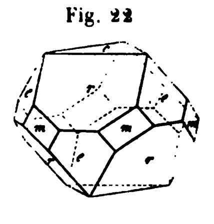
		Beobachtet:		Berechnet:
$m : m$	$= 110 : 1\bar{1}0 =$	$^*58^0\ 54'$	$\pm$ 4'	—
$l : b$	$= 021 : 010$	—		$46^0\ 8\frac{1}{2}'$
$\omega : \omega$	$= 111 : 1\bar{1}1$	39 9	$\pm$ 1	39 7
$\omega' : m$	$= 1\bar{1}1 : 110$	67 6	$\pm$ 4	67 5
$\omega : l$	$= 111 : 021$	40 $28\frac{1}{2}$	$\pm$ 2	40 26
$\omega : m$	$= 111 : 110$	44 $2\frac{1}{2}$	$\pm$ 1	44 $1\frac{1}{2}$
$\omega : o'$	$= 111 : \bar{1}\bar{1}1$	88 41	$\pm$ 5	88 43
$o : m$	$= 11\bar{1} : 110$	^{*47} $15\frac{1}{2}$	$\pm$ 2	—
$\omega : a$	$= 111 : 100$	50 $24\frac{1}{2}$	$\pm$ 4	50 31
$o : a$	$= 11\bar{1} : 100$	54 30	$\pm$ 6	54 33
$o : b$	$= 11\bar{1} : 010$	^{*69} 19	$\pm$ 2	—
$o : m'$	$= 11\bar{1} : 1\bar{1}0$	70 38	$\pm$ 2	70 40
Zwillingswinkel:				
$\omega : \underline{o}$	$= 111 : \underline{1\bar{1}\bar{1}}$	4 5		4 2

Spaltbarkeit nach $b(010)$ höchst vollkommen, nach $m(110)$ und $a(100)$ ziemlich gut.

C. $N(CH_3)_4Cl.5HgCl_2$.

Hexagonal-rhomboëdrisch.

$a : c = 1 : 1,0002$.



Beobachtete Formen (Fig. 22): $r = (10\bar{1}1)R$, $c = (0001)0R$, untergeordnet $e = (02\bar{2}1) -2R$, $m = (11\bar{2}0)\infty P2$. Das Salz bildet sich, gemengt mit einer grösseren Menge nadelförmiger Krystalle des vorigen, aus Lösungen von 2 Mol. $HgCl_2$ und 1 Mol. $N(CH_3)_4Cl$, ziemlich rein dagegen beim Abkühlen heisser Auflösungen der beiden Salze in dem durch die Formel gegebenen Verhältnisse, wobei man es in oktaëderähnlichen Combinationen rc mit untergeordneten e und m erhält. Schwer löslich. Die Flächen geben gute Spiegelbilder.

		Beobachtet:		Berechnet:
$r : c$	$= 10\bar{1}1 : 0001 =$	$51^0 50\frac{1}{2}'$	$\pm$ 7'	$51^0 47\frac{1}{2}'$
$r : r$	$= 10\bar{1}1 : \bar{1}101$	85 $53\frac{1}{2}$	$\pm$ 8	85 52
$r : m$	$= 10\bar{1}1 : 11\bar{2}0$	^{*47} 4	$\pm$ 14	—
$e : c$	$= 02\bar{2}1 : 0001$	68 $29\frac{1}{2}$	$\pm$ $\frac{1}{2}$	68 31
$e : r$	$= 02\bar{2}1 : 10\bar{1}1$	53 $44\frac{1}{2}$	$\pm$ 5	53 $41\frac{1}{2}$

Spaltbarkeit nach $r(10\bar{1}1)$ vollkommen.

Die folgenden Verbindungen wurden bereits 1876 vom Verf. in den Sitzungsberichten der Wiener Akad. 78, II, 87 f. beschrieben:

Aethylammonium-Platin-Chlorid.

$2N(C_2H_5)H_3Cl.PtCl_4$.

Hexagonal-rhomboëdrisch.

$a : c = 1 : 1,1965$.

Beobachtete Formen: $(0001)0R$, $(10\bar{1}1)R$, $(01\bar{1}1)-R$, $(10\bar{1}0)\infty R$.

Aethylammonium-Platin-Bromid.

$2N(C_2H_5)H_3Br.PtBr_4$.

Isomorph dem vorigen.

$a : c = 1 : 1,1468$.

Aethylammonium-Gold-Chlorid.

$N(C_2H_5)H_3Cl.AuCl_3$.

Monosymmetrisch.

$a : b : c = 2,5838 : 1 : 1,6566$

$\beta = 70^0 16\frac{1}{2}'$.

Beobachtete Formen: $(001)0P$, $(20\bar{1})2P\infty$, $(100)\infty P\infty$, $(110)\infty P$, $(111)-P$, $(11\bar{1})+P$.

Aethylammonium-Kupfer-Chlorid.

$2N(C_2H_5)H_3Cl.CuCl_2$.

Rhombisch.

$a : b : c = 0,9980 : 1 : 0,9532$.

Beobachtete Formen: $(001)0P$, $(111)P$, $(331)3P$, $(100)\infty\bar{P}\infty$, $(010)\infty\breve{P}\infty$.

Dieses ebenfalls bereits früher (l. c.) beschriebene Salz ist nach dem Verf. isomorph mit dem entsprechenden Methylammoniumsalz.

Aethylammonium-Quecksilber-Chlorid.

A. $2N(C_2H_5)H_3Cl.HgCl_2$.

Tetragonal.

$a : c = 1 : 0,9243$.

Combination: $(001)0P$, $(111)P$. S. ebenda.

B. $N(C_2H_5)H_3Cl.2HgCl_2$.

Rhombisch.

$a : b : c = 0,8059 : 1 : 0,4889$.

Dieses Salz, welches sich schwer und nur unter Zersetzung löst, bildet sich beim Abkühlen der Auflösung gleicher Moleküle beider Salze, während die Mutterlauge dann das vorhergehende (A.) liefert. Kleine, oft undurchsichtige Prismen $(110)\infty P$, häufig mit $(010)\infty\breve{P}\infty$, am Ende mit unebenen Flächen $(101)\bar{P}\infty$.

	Beobachtet:	Berechnet:
$110 : 1\bar{1}0$	$=*77^0\ 44' \pm 15'$	—
$110 : 101$	$*66\ 11 \pm 22$	—
$101 : \bar{1}01$	$62\ 38 \pm 11$	$62^0\ 29'$

Spaltbar nach $(110)\infty P$ vollkommen.

C. $N(C_2H_5)H_3Cl.5HgCl_2$.

Hexagonal-rhomboëdrisch.

$$a : c = 1 : 0,9955.$$

Beim langsamen Abkühlen kochender Lösungen des vorigen Salzes krystallisirt die Verbindung in farblosen Rhomboëdern $R(10\bar{1}1)$, meist tafelförmig nach einem Flächenpaar, deren Mittelkanten durch $(11\bar{2}0)\infty P2$ schmal abgestumpft sind. Schwer löslich; zersetzt sich in Wasser.

$$10\bar{1}1 : \bar{1}101 = *81^0\ 35\tfrac{1}{2}'.$$

Spaltbar nach $R(10\bar{1}1)$ vollkommen.

Diäthylammonium-Platin-Chlorid.

$2N(C_2H_5)_2H_2Cl.PtCl_4$.

Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 1,3034 : 1 : 1,2203$$
$$\beta = 85^0\ 31\tfrac{1}{2}'.$$

Beobachtete Formen: $(111)-P$, $(11\bar{1})+P$, $(100)\infty P\infty$, $(001)0P$. Dieses bereits mehrfach beschriebene (s. Sitzungsber. der Wiener Akad. 1876) Salz erhält, wenn man $(11\bar{1})$, nach welchem die Krystalle gewöhnlich prismatisch sind, als (110) und die Pinakoide (001) und (100) als $(10\bar{1})$ resp. (101) nimmt, so dass (111) zum Klinodoma (011) wird, das Axenverhältniss:

$$a' : b' : c' = 0,9270 : 1 : 0,8575$$
$$\beta = 86^0\ 14'.$$

Diäthylammonium-Platin-Bromid.

$2N(C_2H_5)_2H_2Br.PtBr_4$.

Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 1,3176 : 1 : 1,2247$$
$$\beta = 85^0\ 56\tfrac{1}{2}'.$$

Beobachtete Formen: $(11\bar{1})+P$, $(111)-P$, $(100)\infty P\infty$, $(001)0P$, $(210)\infty P2$. Bereits früher vom Verf. beschrieben (s. l. c.).

Diäthylammonium-Gold-Chlorid.

Rhombisch.

$$a : b : c = 0,7954 : 1 : 0,4835.$$

Combination: $(110)\infty P$, $(100)\infty\bar{P}\infty$, $(001)0P$, $(101)\bar{P}\infty$, $(121)2\breve{P}2$. Siehe l. c.

Diäthylammonium-Quecksilber-Chlorid.

A. $N(C_2H_5)_2H_2Cl.HgCl_2$.

Rhombisch.

$a : b : c = 0,9853 : 1 : 0,4624.$

Aus der warmen Lösung gleicher Moleküle beider Chloride krystallisirt zuerst das folgende Salz (B) und aus der Mutterlauge bei freiwilliger Verdunstung die Verbindung A in nadelförmigen Prismen (110)∞P mit dem Doma (011)P̆∞, oft nur mit einer Fläche ausgebildet, am Ende. Ziemlich haltbar in Luft, zersetzt sich dagegen das Salz im Wasser. Die Flächen der Krystalle sind uneben.

	Beobachtet:	Berechnet:
110 : 1̄10 =	*89° 9′ ± 17′	—
011 : 01̄1	49 40 ± 7	49° 38′
011 : 110	*72 52½ ± 16	—

Vollkommene Spaltbarkeit nach (110)∞P.

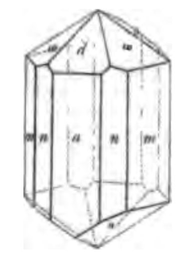
B. $2N(C_2H_5)_2H_2Cl.5HgCl_2$.

Dimorph. Beide Formen krystallisiren beim Abkühlen warmer Lösungen gleicher Moleküle der Salze (s. d. vorige), ohne dass es festzustellen ist, unter welchen Bedingungen die eine oder die andere sich bildet. Die grossen Krystalle der β-Modification waren aus einer Mutterlauge von der ursprünglichen Zusammensetzung nach obiger Formel entstanden, nachdem das folgende Salz (C) auskrystallisirt war.

α-Modification.

Monosymmetrisch.

Fig. 23.



$a : b : c = 1,820 : 1 : 0,6873$
$\beta = 83^0 29\frac{1}{2}'$.

Durchsichtige, sechsseitige Prismen: $a = (100)$ ∞P̶∞, $m = (110)$∞P, am Ende $o = (11\bar{1})+P$ in der Regel vorherrschend, $\omega = (111)-P$, beide oft unvollzählig, ferner $d = (201)-2$P̶∞, selten und klein $n = (210)$∞P̶2 und (011)P̶∞. Die in der Luft haltbaren, aber im Wasser sich zersetzenden Krystalle gestatten wegen ihrer Kleinheit nur approximative Messungen.

		Beobachtet:	Berechnet:
$m : m'$ =	110 : 1̄10 =	*57° 52′ ± 30′	—
$m : n$ =	110 : 210	19 6	18° 56′
$o : m$ =	111̄ : 110	*54 0 ± 10	—
$\omega : m$ =	111 : 110	50 2 ± 21	50 2½
$m : o'$ =	110 : 1̄11	67 28 ± 2	67 38
$m : d$ =	110 : 201	71 18 ± 19	71 26
$d : \omega$ =	201 : 111	34 50 ± 14	34 41
$o : a$ =	111̄ : 100	*77 38 ± 20	—
$\omega : a$ =	111 : 100	67 23 ± 6	67 51
$q : \omega$ =	011 : 111	16 40	16 47
$d : a$ =	201 : 100	48 24	48 50
$\omega : \omega$ =	111 : 11̄1	—	63 24
$o : o$ =	111̄ : 11̄1̄	—	67 11

Spaltbar nach $m(110)$ vollkommen.

β-Modification.

Monosymmetrisch?

Durchsichtige, vier- oder sechsseitige Nadeln (110) und (100); nur einmal wurde eine schiefe Endfläche (011?) beobachtet. Die angenäherten Messungen ergaben:

	Beobachtet:	Berechnet:
110 : 100	= *67° 1' ± 9'	—
011 : 100	*86 20	—
011 : 110	*77 23	—
011 : $\bar{1}$10	78 45	80° 18'

Vollkommene Spaltbarkeit nach einer der verticalen Flächen.

C. $N(C_2H_5)_2H_2Cl.5HgCl_2$.

Hexagonal-rhomboëdrisch.

$a : c = 1 : 1,1836.$

Aus heissen Lösungen beider Salze im Verhältniss der Formel, zuweilen auch aus einer solchen gleicher Moleküle. Undurchsichtige, ziemlich matte Krystalle der Combination $r = (10\bar{1}1)R$, $e = (\bar{2}201)-2R$, $m = (11\bar{2}0)\infty P2$, $c = (0001)0P$ (s. Fig. 22).

	Beobachtet:	Berechnet:
$r : e = 10\bar{1}1 : \bar{2}201$	= *52° 55' ± 4'	—
$r : r = 10\bar{1}1 : \bar{1}101$	82 52 ± 1	82° 50'
$r : c = 10\bar{1}1 : 0001$	49 57 ± 22	49 48
$e : c = \bar{2}201 : 0001$	66 55 ± 11	67 6

Triäthylammonium-Platin-Chlorid.

$2N(C_2H_5)_3HCl.PtCl_4$.

Monosymmetrisch.

$a : b : c = 1,4979 : 1 : 1,2665$

$\beta = 84° 29'$.

Beobachtete Formen: (100)$\infty P\infty$, (11$\bar{1}$)+P, (111)—P, (210)$\infty P2$. Giebt man diesem, vom Verf. bereits 1876 (Sitzungsber. der Wiener Akad.) beschriebenen Salze, wie der Diäthylverbindung, diejenige Aufstellung, bei welcher (100) wird zu (101), ($\bar{1}\bar{1}$1) zu (110), (111) zu (011) und (210) zu ($\bar{1}\bar{1}$1), so erhält man das Axenverhältniss:

$a : b : c = 1,0028 : 1 : 0,9332$

$\beta = 80° 23'$.

Triäthylammonium-Platin-Bromid.

$2N(C_2H_5)_3HBr.PtBr_4$.

Monosymmetrisch.

$a : b : c = 1,4820 : 1 : 1,5373$

$\beta = 86° 16',5$.

Beobachtete Formen: (100)$\infty P\infty$, (001)0P, (11$\bar{1}$)+P, (111)—P, (011)$P\infty$, (210)$\infty P2$. Siehe l. c.

Triäthylammonium-Gold-Chlorid.

$N(C_2H_5)_3HCl.AuCl_3$.

Monosymmetrisch.

$a : b : c = 0,8231 : 1 : 0,7840$

$\beta = 77^0 21'$.



Fig. 24.

Dieses früher (l. c.) nur unvollständig bestimmte Salz krystallisirt beim langsamen Abkühlen ziemlich verdünnter Lösungen in tafelförmigen Krystallen mit den Formen: $a = (100)\infty\bar{P}\infty$, $b = (010)\infty\breve{P}\infty$, $m = (110)\infty P$ und als Endfläche $r = (10\bar{1})+\bar{P}\infty$. Einige kurzprismatische Krystalle zeigten noch untergeordnet $q = (011)\breve{P}\infty$, $n = (120)\infty\breve{P}2$, und ein Krystall (Fig. 23) noch $c = (001)0P$, $d = (101)-\bar{P}\infty$ und $o = (11\bar{1})+P$ unvollständig. Die Flächen sind glänzend und gut messbar, $r(10\bar{1})$ gestreift parallel der Symmetrieebene.

		Beobachtet:	Berechnet:
$m : m$	$= 110 : 1\bar{1}0$	$= {}^*77^0 40' \pm 7'$	—
$n : n'$	$= 120 : \bar{1}20$	$63\ 43 \pm 4$	$63^0 46'$
$r : a$	$= 10\bar{1} : 100$	$53\ 9 \pm 9$	53 9
$d : a$	$= 101 : 100$	$39\ 50 \pm 8$	39 53
$r' : c$	$= \bar{1}01 : 001$	49 55	49 30
$r : m$	$= 10\bar{1} : 110$	$^*62\ 9 \pm 8$	—
$q : r'$	$= 011 : \bar{1}01$	$58\ 57 \pm 3$	58 57
$m : q$	$= 110 : 011$	$^*58\ 54 \pm 3$	—
$r : n$	$= 10\bar{1} : 120$	$71\ 39 \pm 12$	$71\ 32\frac{1}{2}$
$q : m'$	$= 011 : \bar{1}10$	75 40	75 50
$d : q$	$= 101 : 011$	50 55	$50\ 56\frac{1}{2}$
$d : m$	$= 101 : 110$	53 18	$53\ 13\frac{1}{2}$
$q : a$	$= 011 : 100$	80 0	79 58
$o : a$	$= 11\bar{1} : 100$	59 20	59 29
$o : q$	$= 11\bar{1} : 01\bar{1}$	40 46	40 33
$o : b$	$= 11\bar{1} : 010$	58 4	57 54

Spaltbarkeit vollkommen nach $(100)\infty\bar{P}\infty$, deutlich nach $(010)\infty\breve{P}\infty$ und undeutlich nach einer Fläche der Zone $[100.001]$.

Triäthylammonium-Kupfer-Chlorid*).

$2N(C_2H_5)_3HCl.CuCl_2$.

Monosymmetrisch.

$a : b : c = 1,0674 : 1 : 0,9745$

$\beta = 81^0 44'$.

Aus der syrupdicken Auflösung beider Salze in dem durch die Formel gegebenen Verhältnisse krystallisirt das Salz in dünnen, bräunlichgelben Tafeln (Fig. 25): $c = (001)0P$, $o = (11\bar{1})+P$, seltener mit $m = (110)\infty P$. An

*) Die Verbindung im Verhältniss 1 : 1, entsprechend dem Trimethylammoniumsalz, scheint nicht zu existiren.

einigen dickeren Tafeln erschien eine grössere Zahl von Randflächen: $(11\bar{2})+\frac{1}{2}P$, $(22\bar{1})+2P$, $(223)-\frac{2}{3}P$, $(332)-\frac{3}{2}P$, von denen die beiden letzteren jedoch wegen ihrer schmalen Ausbildung und der Zerfliesslichkeit des Salzes unsicher sind. Messungen nur approximativ.

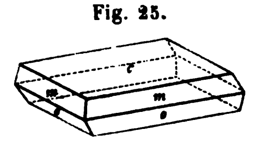


Fig. 25.

		Beobachtet:	Berechnet:
$o:c =$	$\bar{1}11 : 001 =$	$*58^0\ 55' \pm\ 8'$	—
$m:c =$	$110 : 001$	$*84\ 20 \pm\ 0$	—
	$11\bar{2} : 00\bar{1}$	36 45 circa	$37^0 28'$
	$22\bar{1} : 00\bar{1}$	75 15 -	75 55
	$223 : 110$	41 15 -	43 23
	$332 : 110$	22 15 -	23 54
$o:o =$	$11\bar{1} : 1\bar{1}\bar{1}$	$*71\ 40 \pm\ 31$	—

Triäthylammonium-Quecksilber-Chlorid.

A. $2N(C_2H_5)_3HCl.HgCl_2$.

Hexagonal.

$a:c = 1:0{,}8454$.

Bei freiwilliger Verdunstung concentrirter Lösungen mit grossem Ueberschuss an Triäthylaminsalz bilden sich meist durchsichtige Tafeln ohne deutliche Randflächen; einmal erhielt Verf. bei niedriger Temperatur einzelne gut ausgebildete hexagonale Prismen $(10\bar{1}0)$ mit einer Pyramide derselben Ordnung $(10\bar{1}1)$. Die nicht gut spiegelnden Krystalle sind zerfliesslich, lösen sich in wenig Wasser, während in viel Wasser Zersetzung und Ausscheidung eines der anderen Salze stattfindet.

	Beobachtet:	Berechnet:
$10\bar{1}1 : 10\bar{1}0 =$	$*45^0\ 42' \pm\ 5'$	—
$10\bar{1}1 : 01\bar{1}1$	41 0 circa	$40^0\ 52'$

Keine deutliche Spaltbarkeit.

B. $N(C_2H_5)_3HCl.2HgCl_2$.

Monosymmetrisch.

$a:b:c = 0{,}7353 : 1 : 0{,}3560$
$\beta = 85^0\ 42'$.

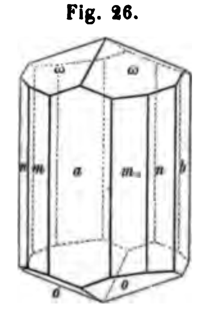


Fig. 26.

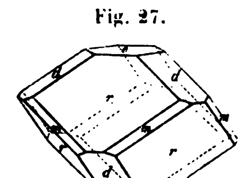
Aus kochender Lösung der Salze im Verhältniss 2 : 1 scheiden sich beim Abkühlen lange seidenglänzende Nadeln aus, an denen folgende Formen beobachtet wurden: $b = (010)\infty R\infty$, $a = (100)\infty P\infty$, $m = (110)\infty P$, am Ende, nicht immer vollzählig: $\omega = (111)-P$, $o = (11\bar{1})+P$; seltener ist das Prisma $n = (230)\infty R\frac{3}{2}$, und nur an einem Krystall fand sich (210) $\infty P2$. Wegen ihres vorzüglichen Glanzes sind die Krystalle trotz ihrer Kleinheit gut messbar. Schwer löslich in kaltem Wasser, in heissem zersetzt sich das Salz.

		Beobachtet:	Berechnet:
$m : m$	$= 110 : 1\bar{1}0 =$	*72° 30′ ± 5′	—
	$210 : 010$	69 56	69° 52′
$n : b$	$= 230 : 010$	42 23 ± 5	42 16½
$\omega : \omega$	$= 111 : 1\bar{1}1$	*34 30 ± 4	—
$\omega : a$	$= 111 : 100$	*62 9 ± 6	—
$o : o$	$= 11\bar{1} : 1\bar{1}\bar{1}$	36 30 ± 4	36 26
$o : a$	$= 11\bar{1} : 100$	68 48 ± 3	68 44
$\omega : m$	$= 111 : 110$	56 32 ± 3	56 29
$\omega : o'$	$= 111 : \bar{1}\bar{1}1$	61 50 ± 5	61 54
$\omega : m'$	$= 111 : 1\bar{1}0$	78 24 ± 6	78 22

C. $N(C_2H_5)_3HCl.5HgCl_2$.

Hexagonal-rhomboëdrisch.

Fig. 27.



$a : c = 1 : 1,0170$.

Beim langsamen Abkühlen einer Lösung der Salze im Verhältnisse, welches die Formel giebt, erhält man undurchsichtige Rhomboëder $r = (10\bar{1}1)R$ mit $d = (01\bar{1}2) - \frac{1}{2}R$, $c = (0001)0R$ und schmalem $m = (11\bar{2}0)\infty P2$.

		Beobachtet:	Berechnet:
$r : r$	$= 10\bar{1}1 : \bar{1}101 =$	*82° 30′ ± 10′	—
$r : c$	$= 10\bar{1}1 : 0001$	49 32 ± 7	49° 35′
$d : c$	$= 01\bar{1}2 : 0001$	30 30 ± 7	30 25
$d : d$	$= 01\bar{1}2 : 1\bar{1}02$	—	52 0½

Teträthylammonium-Platin-Chlorid.

$2N(C_2H_5)_4Cl.PtCl_4$.

Monosymmetrisch.

$a : b : c = 0,9875 : 1 : 0,9348$
$\beta = 89° 14'$.

Beobachtete Formen $\{111\} - P$, $\{11\bar{1}\} + P$, $\{001\}0P$, $\{100\}\infty P\infty$, $\{010\}\infty P\infty$. Dieses schwer lösliche Salz krystallisirt beim Abkühlen in Formen, welche regulären Oktaëdern mit untergeordneten Hexaëderflächen gleichen und daher von **Müller** für regulär, von **Schabus** für tetragonal gehalten worden sind. Die Krystalle sind sehr glänzend und gut messbar, grössere undurchsichtig.

	Beobachtet:	Berechnet:
$111 : 001 =$	*52° 43′ ± 12′	—
$11\bar{1} : 00\bar{1}$	*53 25 ± 11	—
$111 : 1\bar{1}1$	68 4 ± 11	67° 59′
$11\bar{1} : 1\bar{1}\bar{1}$	68 42 ± 8	—
$111 : 100$	54 54 ± 11	54 57
$11\bar{1} : 100$	55 39 ± 15	55 44
$100 : 001$	89 23 ± 7	89 14

Betreffs der optischen Eigenschaften wird nur angegeben, dass die Krystalle doppeltbrechend seien.

Teträthylammonium-Gold-Chlorid.

$N(C_2H_5)_4Cl.AuCl_3$.

Monosymmetrisch.

$a : b : c = 1,1498 : 1 : 1,3024$
$\beta = 87^0\ 58'$.

Beim langsamen Abkühlen heisser Lösung in vier- oder achtseitigen Tafeln mit vorherrschender, treppenförmig ausgehöhlter Basis $c = \{001\}0P$, combinirt mit $m = \{110\}\infty P$, $a = \{100\}\infty P\infty$ und weniger häufig $b = \{010\}\infty P\infty$, letztere beide selten stark entwickelt; die Hemipyramiden $o = \{11\bar{1}\}+P$ und

Fig. 28.

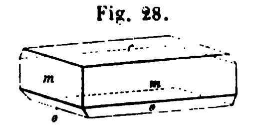
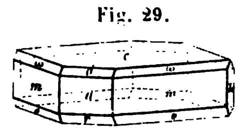


Fig. 29.



$\omega = \{111\}-P$, von denen erstere häufiger, sind stets sehr schmal; $d = (101)$ $-P\infty$ und $r = \{10\bar{1}\}+P\infty$ wurden nur an einem Krystall beobachtet. Nicht selten sind auf der Basis kleinere Krystalle pyramidal aufgeschichtet. 001 ist stets gestreift parallel der Kante mit (110), die Randflächen sind gut spiegelnd.

		Beobachtet:	Berechnet:
$m : c$	$= 110 : 001 =$	*88° 40′ ± 10′	—
$\omega : m$	$= 111 : 110$	*29 45 ± 9	—
$o : m$	$= 11\bar{1} : 110$	30 21 ± 10	30° 25′
$m : m'$	$= 110 : \bar{1}10$	*82 1 ± 6	—
$\omega : \omega$	$= 111 : 1\bar{1}1$	80 29	80 30½
$a : c$	$= 100 : 001$	87 58 ± 3	87 58
$d : c$	$= 101 : 001$	47 21	47 25
$r : c'$	$= 10\bar{1} : 00\bar{1}$	49 43	49 43
$\omega : o'$	$= 111 : \bar{1}11$	69 7	69 13
$o : a$	$= 11\bar{1} : 100$	56 30	56 13½
$o : o$	$= 11\bar{1} : 1\bar{1}\bar{1}$	—	82 30

Spaltbarkeit vollkommen nach Basis und Prisma.

Teträthylammonium-Kupfer-Chlorid.

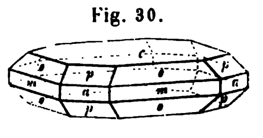
$2N(C_2H_5)_4Cl.CuCl_2$.

Tetragonal.

$a : c = 1 : 0,8865$.

Aus stark eingedampfter Lösung beider Salze in dem durch die Formel gegebenen Verhältnisse in grossen, bräunlichgelben, durchsichtigen und glänzenden, vier- oder achtseitigen Tafeln der Combination (Fig. 30): $c = \{001\}0P$, $o = \{111\}P$, $m = (110)\infty P$, $a = (100)$ $\infty P\infty$, seltener $p = \{101\}P\infty$. Sehr leicht löslich, in Luft unveränderlich.

Fig. 30.



	Beobachtet:	Berechnet:
$o : c = 111 : 001$ =	*51° 25½' ± 15'	—
$o : o = 111 : 1\bar{1}1$	67 3 ± 10	67° 7'
$p : c = 101 : 001$	41 42 ± 13	41 33½

(001) vollkommen spaltbar. Doppelbrechung negativ.

Teträthylammonium-Quecksilber-Chlorid.

A. $2N(C_2H_5)_4Cl.HgCl_2$.

Tetragonal.

$a : c = 1 : 1,2190.$

Beim freiwilligen Verdunsten einer Lösung mit grossem Ueberschuss von Teträthylammoniumchlorid krystallisirt das Doppelsalz in tetragonalen Tafeln der Combination $(001)0P$, $(111)P$ oder mit einem vorherrschenden Flächenpaar der letzteren Form. Es hält sich an der Luft, ist leicht löslich, wird dabei aber zersetzt.

	Beobachtet:	Berechnet:
$111 : 001$ =	*59° 53' ± 6'	—
$111 : 1\bar{1}1$	75 23½ ± 4	75° 25'

Spaltbar nach (001) vollkommen. Doppelbrechung positiv.

B. $N(C_2H_5)_4Cl.HgCl_2$.

Asymmetrisch.

$a : b : c = 0,6256 : 1 : 0,4946.$

$A = 91° 46\frac{1}{2}'$ $\alpha = 91° 43'$
$B = 93\ 21$ $\beta = 93\ 27\frac{1}{2}$
$C = 91\ 1$ $\gamma = 90\ 54\frac{1}{2}$

Fig. 31.

Beobachtete Formen: $b = (010)\infty\breve{P}\infty$, $m = (110)\infty P'$, $n = (1\bar{1}0)\infty'P$, $(100)\infty\bar{P}\infty$, $o = (111)P'$, $\omega = (1\bar{1}1)'P$, $c = (001)0P$, $l = (021)2'\breve{P}_{,}\infty$. Aus warmer Lösung gleicher Moleküle der Salze krystallisirt die folgende Verbindung, und aus deren Mutterlauge, welche also einen Ueberschuss an Teträthylammoniumchlorid enthält, dieses Salz in sechsseitigen flachen Nadeln bmn, am Ende ω, l und meist auch o und c; (100) nur an einem Krystall. Gut messbar, unverändert in Luft, zersetzt sich in Wasser. Häufig Zwillinge nach $b(010)$.

	Beobachtet:	Berechnet:
$m : b = 110 : 010$ =	*61° 17' ± 15'	—
$n : b' = 1\bar{1}0 : 0\bar{1}0$	*62 51½ ± 9	—
$a : n = 100 : 1\bar{1}0$	28 20 circa	28° 9'
$\omega : b' = 1\bar{1}1 : 0\bar{1}0$	*74 4 ± 10	—
$o : b = 111 : 010$	70 52½ ± 7	70 30
$\omega : m = 1\bar{1}1 : 110$	65 27 ± 8	65 27½
$\omega : l' = 1\bar{1}1 : 0\bar{2}1$	39 16 ± 7	39 39
$n : l' = 1\bar{1}0 : 0\bar{2}1$	70 34 ± 4	70 50
$o : n = 111 : 1\bar{1}0$	66 42½ ± 3	66 55
$l : b = 02\bar{1} : 010$	*51 4 ± 4	—
$l : c = 0\bar{2}1 : 001$	40 26 ± 7	40 43½
$\omega : n = 1\bar{1}1 : 1\bar{1}0$	*47 7 ± 6	—

		Beobachtet:	Berechnet:
$\omega : c$	$= 1\bar{1}1 : 001$	$= 40^0 12' \pm 2'$	$40^0 29\frac{1}{2}'$
$n : c$	$= 1\bar{1}0 : 001$	87 15	87 $36\frac{1}{2}$
$m : c$	$= 110 : 001$	85 59 ± 5	86 4
Zwillingswinkel:			
$m : \underline{m}$	$= 110 : \underline{\bar{1}\bar{1}0}$	57 28 ± 3	57 26
$n : \underline{n}$	$= 1\bar{1}0 : \underline{\bar{1}10}$	54 19 ± 12	54 17
$l : \underline{l}$	$= 0\bar{2}1 : \underline{02\bar{1}}$	77 55 ± 5	77 52

Keine deutliche Spaltbarkeit.

C. $N(C_2H_5)_4Cl.2HgCl_2$.

Asymmetrisch.

$a : b : c = 1,3265 : 1 : 1,3227.$

$A = 92^0 29\frac{1}{2}'$ $\alpha = 83^0 29'$

$B = 108\ 56\frac{1}{2}$ $\beta = 109\ 50$

$C = 115\ 36$ $\gamma = 116\ 15$

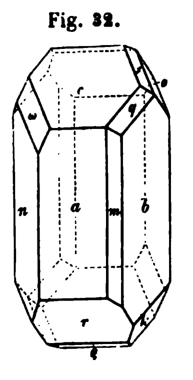


Fig. 22.

Beim Abkühlen kochender Lösungen gleicher Moleküle der Salze entstehen Nadeln, welche wahrscheinlich im Verhältniss 2 : 5 (s. das folgende Salz) zusammengesetzt sind, gemischt mit einer kleinen Menge farbloser, wasserheller Krystalle der obigen Zusammensetzung, welche nur einmal erhalten werden konnten. Es sind sechsseitige Prismen $a = (100)\infty\bar{P}\infty$, $b = (010)\infty\bar{P}\infty$, $n = (1\bar{1}0)\infty'P$, am Ende $c = (001)0P$, $r = (10\bar{1}),\bar{P},\infty$, untergeordnet häufig noch $\omega = (1\bar{1}1)'P$, $s = (\bar{1}12)\frac{1}{2},P$, $q = (011),\bar{P}'\infty$, seltener $o = (\bar{1}11),P$ und $k = (0\bar{1}1)'\bar{P},\infty$, nur an einem Krystall wurden beobachtet $(\bar{2}01)2,\bar{P},\infty$, $(\bar{2}11)2,\bar{P}2$, $\varrho = (10\bar{2})\frac{1}{2},\bar{P},\infty$ und $m = (110)\infty P'$, von denen die ersten beiden zweifelhaft sind. Sehr glänzend und vorzüglich messbar, hält sich an der Luft.

		Beobachtet:	Berechnet:
$m : b$	$= 110 : 010$	$= 27^0 55' \pm 5'$	$28^0\ 5'$
$n : a$	$= 1\bar{1}0 : 100$	*68 $0\frac{1}{2}$ ± 6	—
$n : b'$	$= 1\bar{1}0 : 0\bar{1}0$	*47 $35\frac{1}{2}$ ± 6	—
$r : a$	$= 10\bar{1} : 100$	50 29 ± 3	50 29
$r : \varrho$	$= 10\bar{1} : 10\bar{2}$	26 0 circa	25 59
$r : c'$	$= 10\bar{1} : 00\bar{1}$	*58 $27\frac{1}{2}$ ± 4	—
	$10\bar{1} : 20\bar{1}$ (?)	22 30 circa	23 50
$a : c$	$= 100 : 001$	*71 $3\frac{1}{2}$ ± 2	—
$r : n$	$= 10\bar{1} : 1\bar{1}0$	80 $58\frac{1}{2}$ ± 5	80 58
	$10\bar{1} : 2\bar{1}\bar{1}$ (?)	44 30 circa	42 $50\frac{1}{2}$
$k : n'$	$= 01\bar{1} : \bar{1}10$	46 15	46 17
$n : c$	$= 1\bar{1}0 : 001$	77 15 ± 4	77 14
$\omega : c$	$= 1\bar{1}1 : 001$	45 24 ± 2	45 $23\frac{1}{2}$
$s : c$	$= \bar{1}12 : 001$	37 42 ± 1	37 43
$o : c$	$= \bar{1}11 : 001$	61 50	61 56
$q : b$	$= 011 : 010$	34 54 ± 2	34 57
$b : c$	$= 010 : 001$	*87 $30\frac{1}{2}$ ± 2	—

		Beobachtet:		Berechnet:
$k : c$	$= 0\bar{1}1 : 001$	$= 55^0 50'$		$55^0 58'$
$o : b$	$= \bar{1}11 : 010$	—		50 16
$r : b$	$= 10\bar{1} : 010$	69 17	± 2′	69 $16\frac{1}{2}$
$q : n'$	$= 011 : \bar{1}10$	65 47	± 4	65 50
$q : a$	$= 011 : 100$	57 59		58 $1\frac{1}{2}$
$s : r'$	$= \bar{1}12 : \bar{1}01$	54 13	± 1	54 12
$q : r'$	$= 011 : \bar{1}01$	88 55	± 2	88 56
$r : m$	$= 10\bar{1} : 110$	—		35 36

Spaltbarkeit nach (010) vollkommen.

D. $N(C_2H_5)_4Cl.3HgCl_2$.

Monosymmetrisch.

$a : b : c = 2,5200 : 1 : 3,2277$
$\beta = 88^0 38'$.

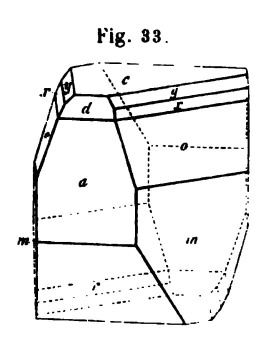


Fig. 33.

Aus Lösung der Salze im Verhältniss 2 : 5 (siehe unter C.) oder des Salzes B. (Verhältniss 1 : 1). Im ersteren Falle waren die Krystalle (Fig. 33) undurchsichtige flache Prismen $a = (100)\infty P\infty$, $m = (110)\infty P$, mit den Endflächen $c = (001)0P$, $r = (10\bar{1}) + P\infty$, $o = (111) - P$, untergeordnet: $d = (101) - P\infty$, $x = (112) - \frac{1}{2}P$, $y = (113) - \frac{1}{3}P$. Die aus der zweiten Lösung entstandenen Krystalle sind nach der Orthodiagonale gestreckt, indem a, r und d vorherrschen, und zeigen seitlich die obigen Formen, aber ohne x und y, oft auch gar keine Endflächen. Die Flächen sind oft uneben und zerfressen, $a : r$ oscilliren häufig mit einander. Das Salz ist schwer löslich.

		Beobachtet:		Berechnet:
$m : m'$	$= 110 : \bar{1}10$	$= 43^0 21'$	± 17′	$43^0 18'$
$a : c$	$= 100 : 001$	*88 38	± 35	—
$r' : c$	$= \bar{1}01 : 001$	53 0	± 7	52 52
$d : c$	$= 101 : 001$	51 3		51 10
$m : c$	$= 110 : 001$	89 $25\frac{1}{2}$	± 17	89 30
$o : c$	$= 111 : 001$	*73 28	± 11	—
$x : c$	$= 112 : 001$	59 30	± 17	59 33
$y : c$	$= 113 : 001$	48 47	± 31	48 35
$y : a$	$= 113 : 100$	—		73 0
$o : a$	$= 111 : 100$	*68 53	± 6	—
$x : a$	$= 112 : 100$	70 38	± 3	70 44
$o : o$	$= 111 : 1\bar{1}1$	126 10	± 9	126 1
$r' : o$	$= \bar{1}01 : 111$	96 20	± 8	96 20

Spaltbarkeit nach (100) und (001) vollkommen.

E. $N(C_2H_5)_4Cl.5HgCl_2$.

Hexagonal-rhomboëdrisch.

$a : c = 1 : 1,0512$.

Beim langsamen Abkühlen der Lösungen in dem oben angegebenen Verhält-

nisse in undurchsichtigen Krystallen derselben Combination, wie Figur 27: $r = (10\bar{1}1)R$, $m = (11\bar{2}0)\infty P2$, $d = (01\bar{1}2) - \frac{1}{2}R$, fast immer auch $c = (0001)0R$; oft tafelförmig nach einem Flächenpaar von r.

	Beobachtet:	Berechnet:
$r : r = 10\bar{1}1 : \bar{1}101$ =	*83° 53′ ± 10′	—
$r : c = 10\bar{1}1 : 0001$	50 32 ± 1	50° 31′
$d : c = 01\bar{1}2 : 0001$	31 8 ± 1	31 15
$d : d = 01\bar{1}2 : 1\bar{1}01$	—	53 24

Spaltbar nach $r(10\bar{1}1)$ vollkommen.

Methyltriäthylammonium-Platin-Chlorid.

$2N(CH_3)(C_2H_5)_3Cl.PtCl_4$.

Tetragonal.

$a : c = 1 : 1,0108$.

Das aus warmen Lösungen beim Abkühlen krystallisirende Salz bildet oktaëderähnliche Pyramiden $(111)P$ mit $(001)0P$ und $(100)\infty P\infty$, welche vollkommen regulären Combinationen von $(111)O$ mit untergeordnetem $(100)\infty O\infty$ gleichen. Die Krystalle sind sehr glänzend, die kleineren durchsichtig. Schwer löslich in kaltem Wasser.

	Beobachtet:	Berechnet:
$111 : 1\bar{1}1$ =	*70° 49′ ± 8′	—
$111 : 001$	54 59 ± 7	55° 1½′

Spaltbar nach (111) vollkommen.

Methyltriäthylammonium-Gold-Chlorid.

$N(CH_3)(C_2H_5)_3Cl.AuCl_3$.

Tetragonal.

$a : c = 1 : 0,8016$.

Dieses sehr schwer lösliche Salz scheidet sich beim Abkühlen heisser Lösungen in fein verfilzten Nadeln ab, welche bei längerem Stehen in der Mutterlauge etwas grössere Dimensionen annehmen. Es sind Combinationen von $(110)\infty P$ und $(100)\infty P\infty$ mit den Endflächen $(111)P$ und $(001)0P$. Schlecht spiegelnd.

	Beobachtet:	Berechnet:
$111 : 1\bar{1}1$ =	63° 57′ ± 18′	64° 1′
$111 : 110$	*41 25 ± 25	—

Methyltriäthylammonium-Kupfer-Chlorid.

$2N(CH_3)(C_2H_5)_3Cl.CuCl_2$.

Tetragonal.

$a : c = 1 : 1,477$.

Aus verdickter Lösung bilden sich unvollkommene, bräunlichgelbe, zerfliessliche Krystallkörner, an denen sich nach längerem Stehen der Flüssigkeit in wechselnder Temperatur etwas bessere Flächen zeigten, welche aber doch nur approximative Messungen erlaubten. Die einzige auftretende Form ist die Pyramide $(111)P$.

	Beobachtet:	Berechnet:
111 : 1̄11 =	*79° 15′ ± 21′	—
111 : 111̄	51 12 ± 63	51° 11′

Keine deutliche Spaltbarkeit.

Methyltriäthylammonium-Quecksilber-Chlorid.

A. $2N(CH_3)(C_2H_5)_3Cl.HgCl_2$.

Tetragonal.

$a : c = 1 : 1,0737$.

Bei langsamer Verdampfung der syrupdicken Lösung mit grossem Ueberschusse an Methyltriäthylammoniumsalz als dünne vier- oder achtseitige Tafeln, meist ohne deutliche Randflächen; an den besser ausgebildeten sind die letzteren gebildet von (111)P, untergeordnet (101)P∞. Gut glänzend und in trockener Luft haltbar, in Wasser dagegen sich zersetzend.

	Beobachtet:	Berechnet:
111 : 001 =	*56° 38′ ± 5′	—
111 : 1̄11	72 24 ± 5	72° 23½′
101 : 011	—	62 20
101 : 001	47 6 ± 3	47 2

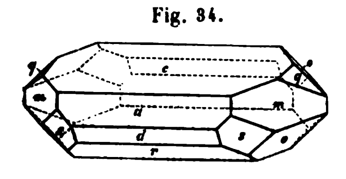
Spaltbar nach (111) deutlich. Doppelbrechung negativ.

B. $4N(CH_3)(C_2H_5)_3Cl.5HgCl_2$.

Monosymmetrisch.

$a : b : c = 1,3625 : 1 : 1,0205$
$\beta = 74° 46′$.

Fig. 34.



Dieses Salz erhält man beim langsamen Abkühlen einer Lösung im Verhältniss 2 : 1 in durchsichtigen, nach einem Flächenpaar abgeplatteten Prismen, verlängert nach der Symmetrieaxe, der Combination (Figur 34): c = (001)0P, a = (100)∞P̶∞, d = (201̄) +2P̶∞, mit oder ohne r = (101̄)+P̶∞, am Ende m = (110)∞P, o = (111̄)+P, oft auch q = (011)R̶∞ und s = (211̄)+2P̶2. Vorzüglich glänzend, unveränderlich an der Luft, zersetzt sich in Wasser.

		Beobachtet:	Berechnet:
a : c	= 100 : 001 =	74° 44′ ± 6′	74° 46½′
· d : c′	= 201̄ : 001̄	*67 14 ± 5	—
r : a	= 101̄ : 100	63 20	63 15
m : m′	= 110 : 1̄10	*74 31 ± 11	—
o : a	= 111̄ : 100	70 26 ± 5	70 34
s : a	= 211̄ : 100	48 2	48 8½
q : a	= 011 : 100	79 1	79 13
q : m	= 011 : 110	47 48	47 48
s : m	= 211̄ : 110	34 2	34 10
m : r	= 110 : 101̄	74 5 ± 2	74 11
d : m	= 201̄ : 110	61 26 ± 4	61 30

		Beobachtet:	Berechnet:
$o' : m$	$= \bar{1}11 : 110 =$	$70^0 25' \pm 7'$	$70^0 27'$
$m : c$	$= 110 : 001$	$*80\ 51 \pm 13$	—
$o : m$	$= 11\bar{1} : 110$	$42\ 24 \pm 1$	$42\ 29$
$q : c$	$= 011 : 001$	$44\ 45$	$44\ 33\frac{1}{2}$
$o : o$	$= 11\bar{1} : 1\bar{1}\bar{1}$	$84\ 37 \pm 8$	$84\ 41$
$s : s$	$= 21\bar{1} : 2\bar{1}\bar{1}$	—	$64\ 17$

Spaltbar nach (100) vollkommen.

C. $N(CH_3)(C_2H_5)_3 Cl.2HgCl_2$.

Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0{,}8073 : 1 : 0{,}3641$$
$$\beta = 87^0\ 23'.$$

Beim Abkühlen einer gleiche Moleküle enthaltenden Lösung in rechtwinkligen Prismen $a = (100)\infty P\infty$, $b = (010)\infty R\infty$, am Ende $q = (11\bar{1})+P$, oft untergeordnet $s = (12\bar{1})+2R2$ und $\omega = (111)-P$, an einem Krystall $m = (110)\infty P$. Sehr glänzend und unveränderlich an der Luft.

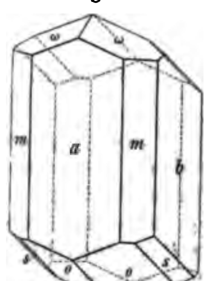


Fig. 35.

		Beobachtet:	Berechnet:
$m : b$	$= 110 : 010 =$	$51^0\ 4'$	$51^0\ 7\frac{1}{2}'$
$o : o$	$= 11\bar{1} : 1\bar{1}\bar{1}$	$*37\ 17 \pm 5'$	—
$s : s$	$= 12\bar{1} : 1\bar{2}\bar{1}$	—	$68\ 1$
$s : o$	$= 12\bar{1} : 11\bar{1}$	$14\ 56$	$15\ 22$
$o . a$	$= 11\bar{1} : 100$	$*69\ 8 \pm 12$	—
$\omega : a$	$= 111 : 100$	—	$64\ 57\frac{1}{2}$
$o : m'$	$= 11\bar{1} : 1\bar{1}0$	$*85\ 36 \pm 19$	—
$o : m$	$= 11\bar{1} : 110$	$61\ 30 \pm 4$	$61\ 27$
$\omega : m$	$= 111 : 110$	—	$58\ 24$
$\omega : b$	$= 111 : 010$	$71\ 51$	$71\ 57$

Vollkommene Spaltbarkeit nach den beiden Prismen (110) und (210). Die folgenden Messungen wurden an Spaltungsflächen des letzteren ausgeführt:

	Beobachtet:	Berechnet:
$210 : 010 =$	$68^0\ 7' \pm 8'$	$68^0\ 3'$
$11\bar{1} : 210$	$63\ 19$	$63\ 15$
$11\bar{1} : 2\bar{1}0$	$77\ 49 \pm 8$	$77\ 49$

Dimethyldiäthylammonium-Platin-Chlorid.

$2N(CH_3)_2(C_2H_5)_2 Cl.PtCl_4$.

Tetragonal.

$$a : c = 1 : 1{,}0875.$$

Das schwer lösliche Salz krystallisirt beim Abkühlen heisser Lösungen in tafelförmigen Combinationen von (001)0P, (111)P mit kleinen Abstumpfungen der Mittelecken durch (100)$\infty P\infty$. Sehr glänzend und gut messbar.

	Beobachtet:	Berechnet:	Bodewig*):
$111 : 001 =$	$*56^0 58' \pm 4'$	—	$56^0\ 55'$
$111 : 1\bar{1}1$	$72\ 44 \pm 5$	$72^0 43'$	$72\ 42$

Spaltbar nach (111) vollkommen.

*) Ber. d. d. chem. Ges. 1875, 8, 240.

Dimethyldiäthylammonium-Gold-Chlorid.

$N(CH_3)_2(C_2H_5)_2Cl.AuCl_3$.

Tetragonal.

$a : c = 1 : 0,8466$.

Beim Erkalten heisser Lösung in sehr dünnen, achtseitigen Prismen (110) ∞P, (100)$\infty P\infty$, am Ende (111)P unregelmässig entwickelt und (001)$0P$ in Spuren. Schwer löslich. Die Flächen sehr glänzend, daher messbar trotz der geringen Grösse.

	Beobachtet:	Berechnet:
$111 : 1\bar{1}1$ =	$*65^0 45' \pm 9'$	—
$111 : 001$	$50\ \ 4 \pm 4$	$50^0\ 8\frac{1}{2}'$

Spaltbar nach einer Prismenfläche (wegen der Kleinheit der Krystalle war eine nähere Bestimmung nicht möglich).

Dimethyldiäthylammonium-Quecksilber-Chlorid.

A. $2N(CH_3)_2(C_2H_5)_2Cl.HgCl_2$.

Rhombisch.

$a : b : c = 0,766 : 1 : 0,866$.

Aus syrupdicker Lösung mit grossem Ueberschuss des ersteren Salzes krystallisirt die Verbindung in undeutlichen gestreiften Prismen, meist ohne Endflächen. Einige bei sehr niedriger Temperatur erhaltene Krystalle gestatteten approximative Messungen. Combination (ähnlich Figur 38): (101)$\bar{P}\infty$, (100) $\infty\bar{P}\infty$, (001)$0P$, letzteres fehlt auch zuweilen, am Ende (010)$\infty\breve{P}\infty$ allein oder mit einem Doma, dessen Zeichen wegen der Uebereinstimmung mit dem Aethyltrimethylammoniumsalz als (023)$\frac{2}{3}\breve{P}\infty$ angenommen wurde. Zerfliesslich und schlecht spiegelnd.

	Beobachtet:
$101 : 10\bar{1}$ =	$*83^0\ 0'$
$023 : 001$	$*30\ \ 0$

Vollkommen spaltbar nach einer der Makrodiagonalen parallelen Zone.

B. $N(CH_3)_2(C_2H_5)_2Cl.HgCl_2$.

Rhombisch (?).

$a : b : c = 0,8571 : 1 : 0,4676$.

Fig. 36.

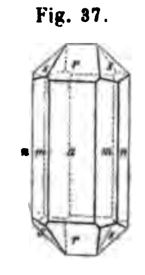
Beobachtete Formen: $m = (110)\infty P$, $b = (010)\infty\breve{P}\infty$, $l = (012)\frac{1}{2}\breve{P}\infty$, $q = (032)\frac{3}{2}\breve{P}\infty$, $s = (212)\bar{P}2$, $o = (111)P$. Beim Abkühlen einer Lösung der beiden Salze im Verhältniss 2 : 1 setzen sich kleine sechsseitige Nadeln ohne deutliche Endflächen ab, welche nach längerem Stehen unter der Mutterlauge grösser werden, aber nur selten am Ende ausgebildet erscheinen; von den angegebenen, daselbst auftretenden Formen sind nur die Domen häufig, von der Pyramide wurde nur eine Fläche beobachtet. Die Messungen gestatteten nicht sicher zu entscheiden, ob die Krystalle dem rhombischen oder dem monosymmetrischen System angehörten.

	Beobachtet:	Berechnet:
$m : m = 110 : 1\bar{1}0$	$= {}^*60^0 50' \pm 4'$	—
$q : b = 032 : 010$	$55 \; 4 \pm 4$	$54^0 57\frac{1}{2}'$
$l : b = 012 : 010$	$76 \; 50 \pm 12$	$76 \; 50\frac{1}{2}$
$q : m' = 032 : \bar{1}10$	$^*73 \; 6 \pm 10$	—
$s : m' = 212 : 1\bar{1}0$	$63 \; 48 \pm 7$	$64 \; 3\frac{1}{2}$
$l : m' = 012 : 1\bar{1}0$	$96 \; 40 \pm 15$	$96 \; 37$
$s : m = 212 : 110$	$51 \; 45 \pm 1$	$51 \; 42$
$s : b = 212 : 010$	$79 \; 50 \pm 3$	$79 \; 38$
$o : b = 111 : 010$	$69 \; 28 \pm 4$	$69 \; 54$
$o : m = 111 : 110$	$47 \; 33 \pm 25$	$47 \; 16$

C. $N(CH_3)_2(C_2H_5)_2Cl.2HgCl_2$.

Rhombisch.

$a : b : c = 0{,}8214 : 1 : 0{,}9187.$


Fig. 37.

Das Salz wurde erhalten aus einer Auflösung im Molekularverhältniss 1 : 1, nachdem aus derselben zuerst eine kleine Menge $N(CH_3)_2(C_2H_5)_2Cl.5HgCl_2$ auskrystallisirt war, in dünnen Nadeln, ohne Endflächen. Einzelne Krystalle zeigten die Combination: $a = (100)\infty\bar{P}\infty$, $m = (110)\infty P$, am Ende $r = (101)\bar{P}\infty$, die Mehrzahl dazu noch $n = (130)\infty\breve{P}3$ und $s = (233)\breve{P}\frac{3}{2}$; einmal wurde auch sehr klein $(103)\frac{1}{3}\bar{P}\infty$ beobachtet. Die Prismenflächen sind gestreift. Haltbar in Luft.

	Beobachtet:	Berechnet:
$m : m = 110 : 1\bar{1}0$	$= {}^*78^0 48' \pm 43'$	—
$m : n = 110 : 130$	$28 \; 29 \pm 21$	$28^0 31'$
$r : a = 101 : 100$	$^*41 \; 48 \pm 6$	—
$103 : 101$	$28 \; 25$ circa	$27 \; 45$
$r : m = 101 : 110$	$54 \; 45 \pm 15$	$54 \; 49\frac{1}{2}$
$s : s = 233 : 2\bar{3}3$	—	$72 \; 45$
$s : a = 233 : 100$	$61 \; 17 \pm 16$	$61 \; 14$
$s : m = 233 : 110$	$41 \; 57 \pm 12$	$41 \; 33$
$s : n = 233 : 130$	$43 \; 27 \pm 2$	$43 \; 4$
$s : n' = 233 : \bar{1}30$	$68 \; 24$	$68 \; 22$
$s : r = 233 : 101$	$37 \; 54 \pm 2$	$37 \; 54\frac{1}{2}$
$r : n = 101 : 130$	$73 \; 34 \pm 6$	$73 \; 43\frac{1}{2}$

Die Spaltbarkeit wurde der geringen Dimensionen wegen nicht bestimmt.

D. $N(CH_3)_2(C_2H_5)_2Cl.HgCl_2$.

Hexagonal-rhomboëdrisch.

$a : c = 1 : 1{,}0855.$

Darstellung siehe B. Undurchsichtige Krystalle der Combination Figur 22 (S. 261), an denen $r = (10\bar{1}1)R$ und $e = (02\bar{2}1) - 2R$ vorherrschen, untergeordnet $m = (11\bar{2}0)\infty P2$ und $c = (0001)0R$.

	Beobachtet:	Berechnet:
$r : c = 10\bar{1}1 : 0001$	$= {}^*51^0 25' \pm 2'$	—
$r : r = 10\bar{1}1 : \bar{1}101$	$85 \; 17 \pm 5$	$85^0 13'$
$e : c = 02\bar{2}1 : 0001$	$68 \; 14 \pm 10$	$68 \; 15$
$e : r = 02\bar{2}1 : 10\bar{1}1$	$53 \; 33\frac{1}{2} \pm 4$	$53 \; 33$

Vollkommene Spaltbarkeit nach $r(10\bar{1}1)$.

Aethyltrimethylammonium-Platin-Chlorid.

$2N(C_2H_5)(CH_3)_3Cl.PtCl_4$.

Regulär.

Beim langsamen Abkühlen der Lösung entstehen undurchsichtige, gut ausgebildete Oktaëder mit untergeordneten Würfelflächen. Da keine optische Untersuchung möglich war [auch nicht in dünnen Schliffen? Der Ref.], wurde das System durch Messungen bestimmt.

	Beobachtet:	Berechnet:
111 : 1̄11 =	70° 30½′ ± 7′	70° 31½′
111 : 001	54 40½ ± 8	54 44

Vorzüglich spaltbar nach dem Oktaëder.

Aethyltrimethylammonium-Gold-Chlorid.

$N(C_2H_5)(CH_3)_3Cl.AuCl_3$.

Tetragonal.

$a : c = 1 : 0,8693$.

Das sehr schwer lösliche Salz krystallisirt beim langsamen Abkühlen in undurchsichtigen hellgelben Nadeln (100)∞P∞ mit schmalen Kantenabstumpfungen durch (110)∞P, am Ende (111)P mit kleinem (001)0P. Die Prismenflächen sind ausgehöhlt.

	Beobachtet:	Berechnet:
111 : 1̄11 =	*66° 32′ ± 14′	—
111 : 001	51 2 ± 5	50° 52½′

Nach einer der prismatischen Flächen vollkommen spaltbar.

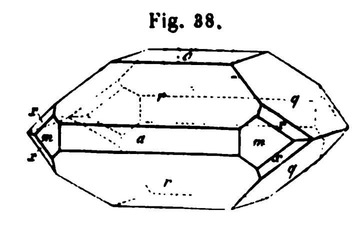
Aethyltrimethylammonium-Quecksilber-Chlorid.

A. $2N(C_2H_5)(CH_3)_3Cl.HgCl_2$.

Rhombisch.

$a : b : c = 0,7263 : 1 : 0,8458$.

Fig. 38.



Beim freiwilligen Verdampfen concentrirter Lösungen mit grossem Ueberschuss an Aethyltrimethylammoniumsalz in undeutlichen, sechs- oder achtseitigen, undurchsichtigen Prismen (Fig. 38), gebildet von $r = (101)\bar{P}\infty$, $c = (001)0P$ mit oder ohne $a = (100)\infty\bar{P}\infty$, am Ende $q = (011)\breve{P}\infty$, zuweilen $m = (110)\infty P$ untergeordnet, in Spuren $x = (121)2\breve{P}2$. Zerfliesslich und schlecht ausgebildet. Zersetzt sich in Wasser.

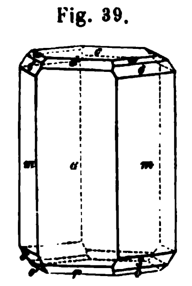
		Beobachtet:	Berechnet:
r : c	= 101 : 001 =	*49° 22′ ± 22′	—
q : c	= 011 : 001	40 19½ ± 14	40° 13½′
r : q	= 101 : 011	*60 11 ± 9	—
q : m	= 011 : 110	67 31 ± 14	67 42½
x : q	= 121 : 011	35 37 ± 27	35 40½
m : m	= 110 : 1̄10	—	71 59

Spaltbar vollkommen nach (100)∞P̄∞.

B. $N(C_2H_5)(CH_3)_3Cl.HgCl$.

Monosymmetrisch.

$a : b : c = 1,7675 : 1 : 0,8137$
$\beta = 88^0\ 33'$.


Fig. 39.

Erhalten durch Abkühlung einer Lösung der Salze im Verhältniss 2 : 1. Sechsseitige Nadeln mit den Flächen $a = (100)\infty\bar{P}\infty$, $m = (110)\infty P$, zuweilen tafelförmig nach der ersteren, am Ende $s = (22\bar{1}) + 2P$, $\sigma = (221) - 2P$ und $c = (001)0P$ vorherrschend, ferner $o = (11\bar{1}) + P$, $\omega = (111) - P$ (fehlt zuweilen), $d = (201) - 2\bar{P}\infty$, $r = (20\bar{1}) + 2\bar{P}\infty$. Manche Krystalle sind kurzprismatisch nach $o(22\bar{1})$. Sehr glänzend und gut messbar; hält sich an der Luft unverändert.

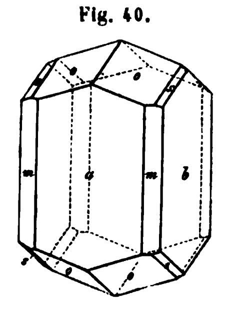
	Beobachtet:	Berechnet:
$m : a = 110 : 100$	$= {}^*60^0 29\frac{1}{2}' \pm 3'$	—
$a : c = 100 : 001$	$88\ 34\frac{1}{2} \pm 3$	$88^0 33'$
$d : a = 201 : 100$	$46\ 33 \pm 6$	$46\ 34\frac{1}{2}$
$r : a = 20\bar{1} : 100$	$48\ 11 \pm 6$	$48\ 8\frac{1}{2}$
$\omega : a = 111 : 100$	$69\ 19 \pm 1$	$69\ 21$
$o : a = 11\bar{1} : 100$	$71\ 18 \pm 2$	$71\ 22\frac{1}{2}$
$\sigma : a = 221 : 100$	${}^*63\ 38\frac{1}{2} \pm 3$	—
$s : a = 22\bar{1} : 100$	$64\ 49 \pm 4$	$64\ 52\frac{1}{2}$
$\sigma : \sigma = 221 : 2\bar{2}1$	$99\ 35$	$99\ 32$
$s : s = 22\bar{1} : 2\bar{2}\bar{1}$	$100\ 54 \pm 13$	$100\ 58$
$m : c = 110 : 001$	$89\ 22\frac{1}{2} \pm 7$	$89\ 17$
$\sigma : m = 221 : 110$	${}^*27\ 59 \pm 1$	—
$\omega : m = 111 : 110$	$46\ 36 \pm 3$	$46\ 33\frac{1}{2}$
$s : m = 22\bar{1} : 110$	$28\ 17\frac{1}{2} \pm 4$	$28\ 18$
$o : m = 11\bar{1} : 110$	$47\ 18 \pm 4$	$47\ 19$
$o : o = 11\bar{1} : 1\bar{1}\bar{1}$	$73\ 24$	$73\ 27$
$\omega : \omega = 111 : 1\bar{1}1$	—	$72\ 23$
$d : m = 201 : 110$	$69\ 57$	$70\ 12\frac{1}{2}$
$d : \omega = 201 : 111$	$70\ 4$	$70\ 6\frac{1}{2}$
$m : o' = 110 : \bar{1}11$	—	$68\ 43$
$d : m = 20\bar{1} : 110$	—	$70\ 49$

Spaltbar vollkommen nach einer verticalen Fläche, wahrscheinlich nach $a(100)$.

C. $N(C_2H_5)(CH_3)_3Cl.2HgCl_2$.

Rhombisch.

$a : b : c = 0,8373 : 1 : 0,3847$.


Fig. 40.

Aus einer Lösung gleicher Moleküle beider Salze beim Abkühlen in durchsichtigen, diamantglänzenden, sechsseitigen Tafeln nach $a = (100)\infty\bar{P}\infty$, begrenzt durch $b = (010)\infty\breve{P}\infty$ und $o = (111)P$, dann und wann $s = (121)2\breve{P}2$ untergeordnet; nur einmal wurde $m = (110)\infty P$ beobachtet. Unveränderlich an der Luft; gut messbar.

	Beobachtet:	Berechnet:
$m:m = 110:1\bar{1}0$	$= 79^0 50'$	$79^0 53'$
$o:a = 111:100$	$*66\ 47\frac{1}{2} \pm 3'$	—
$o:o = 111:1\bar{1}1$	$38\ 32 \pm 2$	$38\ 32$
$o:m = 111:110$	$59\ 1 \pm 6$	$59\ 4$
$s:b = 121:010$	$55\ 3 \pm 2$	$55\ 2\frac{1}{2}$
$s:a = 121:100$	$70\ 1 \pm 1$	$69\ 59\frac{1}{2}$
$s:m = 121:110$	$50\ 57$	$50\ 56$

Spaltbarkeit nach $a(100)$ vollkommen.

Aethyltrimethylammonium-Kupfer-Chlorid.

$2N(C_2H_5)(CH_3)_3Cl.CuCl_2$.

Rhombisch.

$$a:b:c = 0,856:1:0,589.$$

Eine stark eingedampfte Lösung beider Salze im Verhältniss der Formel giebt undeutliche bräunlichgelbe Nadeln, welche durch längeres Verweilen in der Mutterlauge messbare Dimensionen annehmen. Combination: $(100)\infty\bar{P}\infty$ und $(010)\infty\breve{P}\infty$ gleich gross, dazwischen schmal $(120)\infty\breve{P}2$ mit oder ohne (110) ∞P, selten deutliche Endflächen $(111)P$. Das Salz ist zerfliesslich und besitzt unvollkommene Flächen.

	Beobachtet:	Berechnet:
$110:100$	$= 40^0 52' \pm 25'$	$40^0 33'$
$120:100$	$59\ 40$	$*59\ 42$
$111:010$	$*64\ 10 \pm 40$	—
$111:100$	$*59\ 23 \pm 15$	—
$111:110$	—	$47\ 45$
$111:120$	$50\ 15 \pm 20$	$50\ 45$

In der Prismenzone existiren ein oder zwei Spaltungsrichtungen, deren Bestimmung jedoch durch die Kleinheit der Krystalle verhindert wurde.

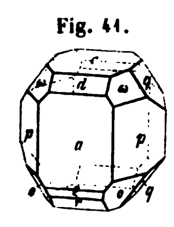
Propylammonium-Platin-Chlorid.

$2N(C_3H_7)H_3Cl.PtCl_4$.

Monosymmetrisch.

$$a:b:c = 1,6536:1:1,4135$$
$$\beta = 75^0 33\frac{1}{2}'.$$

Fig. 41.



Beobachtete Formen (Fig. 41): $a = (100)\infty P\infty$, $p = (110)\infty P$, $c = (001)0P$, $d = (101) - P\infty$, $r = (10\bar{1}) + P\infty$, $\varrho = (20\bar{1}) + 2P\infty$, $q = (011)P\infty$, $\omega = (111) - P$, $o = (11\bar{1}) + P$. Das Salz, beim langsamen Erkalten der Lösung erhalten, bildet grosse achtseitige, etwas nach der Verticalaxe verlängerte Tafeln nach a; von den übrigen Formen sind m und c in der Regel am besten entwickelt. Die Flächen sind glänzend und gestatten scharfe Messungen.

	Beobachtet:	Berechnet:
$q:c = 011:001$	$= *53^0 51' \pm 7'$	—
$m:a = 110:100$	$*58\ 1 \pm 3$	—
$r:a = 10\bar{1}:100$	$58\ 5$	$57^0 45'$
$d:a = 101:100$	$41\ 13 \pm 7$	$41\ 5$

			Beobachtet:		Berechnet:
$a : c$	= 100 : 001	=	*75° 33½′	± 3′	—
$\varrho : r$	= 20$\bar{1}$: 10$\bar{1}$		33 28	± 6	33° 21½′
$q : d$	= 011 : 101		60 54		60 54
$q : m'$	= 011 : $\bar{1}$10		52 37		52 37½
$\omega : m$	= 111 : 110		29 31	± 4	29 25½
$o : m$	= 11$\bar{1}$: 110		33 46	± 1	33 35
$c : m$	= 001 : 110		82 23½	± 9	82 24½
$\omega : d$	= 111 : 101		43 2	± 5	43 6
$o : r$	= 11$\bar{1}$: 10$\bar{1}$		—		50 17½
$o : \varrho$	= 11$\bar{1}$: 20$\bar{1}$		54 17	± 2	54 25
$m : \varrho$	= 110 : 20$\bar{1}$		63 52		63 44
$\omega : a$	= 111 : 100		56 37	± 5	55 7½
$q : a$	= 011 : 100		81 34	± 5	81 32
$o : a$	= 11$\bar{1}$: 100		70 12	± 7	69 59

Spaltbarkeit vollkommen nach (001).

Das Salz ist bereits durch Hiortdahl (s. diese Zeitschr. **6**, 470) mit übereinstimmenden Resultaten untersucht worden.

Propylammonium-Gold-Chlorid.

$N(C_3H_7)H_3Cl.AuCl_3$.

Monosymmetrisch.

$a : b : c = 2,9405 : 1 : 1,493$

$\beta = 74^0\ 34\frac{1}{2}'$.

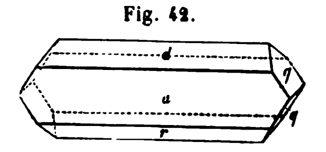


Fig. 42.

Leicht löslich. Beim freiwilligen Verdunsten erhält man glänzende, platte Nadeln mit den Flächen $a = (100)\infty P\infty$, $d = (101) - P\infty$, $r = (70\bar{3}) + \frac{7}{3}P\infty$, an den selten ausgebildeten Enden $q = (011)P\infty$; an einem Krystall wurde noch $(902) - \frac{9}{2}P\infty$ beobachtet.

			Beobachtet:		Berechnet:
$q : q$	= 011 : 01$\bar{1}$	=	69° 58′	± 8′	69° 35′
$q : a$	= 011 : 100		81 29	± 12	81 16
$d : r$	= 101 : 70$\bar{3}$		*97 38	± 6	—
$d : a$	= 101 : 100		*51 15	± 7	—
	902 : 101		30 3		30 58
$q : r'$	= 011 : $\bar{7}$03		72 23	± 20	72 56
$d : q$	= 101 : 011		*58 24	± 12	—

Propylammonium-Quecksilber-Chlorid.

B. $N(C_3H_7)H_3Cl.2HgCl_2$.

Hexagonal.

$a : c = 1 : 0,5324$.

Bei freiwilligem Verdampfen einer Lösung gleicher Moleküle als erste Krystallisation (die Mutterlauge gab alsdann dünne Blätter des sonst mit A bezeichneten Salzes $2N(C_3H_7)H_3Cl.HgCl_2$, welches nicht in messbaren Krystallen erhalten werden konnte). Dünne hexagonale Prismen, deren nur selten ausgebildetes

Ende eine Pyramide derselben Ordnung zeigt. Unveränderlich an der Luft. Die Flächen sind glänzend, aber uneben.

	Beobachtet:	Berechnet:
$10\bar{1}1 : 10\bar{1}0$	$= {}^*58^0 25' \pm 6'$	—
$10\bar{1}1 : 01\bar{1}1$	—	$30^0\ 31'$

C. $N(C_3H_7)H_3Cl.5HgCl_2$.

Hexagonal-rhomboëdrisch.

$$a : c = 1 : 1,0290.$$

Aus warmer Lösung der Salze in dem durch die Formel gegebenen Verhältnisse krystallisirt zuerst Quecksilberchlorid, dann das Doppelsalz, endlich die beiden vorher erwähnten. Undurchsichtige Rhomboëder $r = (10\bar{1}1)R$ mit untergeordneten $m = (11\bar{2}0)\infty P2$ und $c = (0001)0R$ (vergl. Fig. 27). Glänzend. Das Salz ist ziemlich leicht löslich.

	Beobachtet:	Berechnet:
$r : r = 10\bar{1}1 : \bar{1}101$	$= {}^*82^0 58' \pm 4'$	—
$r : c = 10\bar{1}1 : 0001$	$49\ 57 \pm 9$	$49^0\ 55'$

Spaltbarkeit nach $r(10\bar{1}1)$ vollkommen.

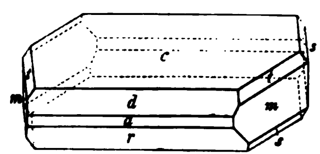
Anhang.

Das vom Verf. aus Häringslake dargestellte Trimethylamin enthielt eine geringe Menge einer fremden Base, deren Doppelsalz mit Goldchorid viel leichter löslich ist, als Trimethylammoniumgoldchlorid, und daher aus dessen Mutterlauge erhalten wurde. Die geringe Menge, welche davon zur Verfügung stand, gestattete keine nähere Untersuchung, sondern nur die Bestimmung des Gold- und des Chlorgehaltes. Nach diesen besitzt die Base ungefähr das Molekulargewicht des Dimethylamin. Die Krystalle sind unveränderlich an der Luft, sehr glänzend und konnten recht genau gemessen werden.

Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 2,5168 : 1 : 3,3938$$
$$\beta = 71^0\ 21\tfrac{1}{2}'.$$

Fig. 43.



Dunkelgelbe Prismen, nach der Orthodiagonale verlängert (Fig. 43): $c = (001)0P$, $d = (101) - P\infty$, $r = (10\bar{1}) + P\infty$, mit oder ohne $a = (100)\infty P\infty$, am Ende $m = (110)\infty P$, $s = (11\bar{2}) + \frac{1}{2}P$ und $t = (112) - \frac{1}{2}P$, letzteres zuweilen fehlend.

	Beobachtet:	Berechnet:
$d : c = 101 : 001$	$= 41^0 42' \pm 16'$	$41^0 45'$
$d : a = 101 : 100$	$29\ 33$ ·	$29\ 36$
$r : a = 10\bar{1} : 100$	$42\ 39 \pm 7$	$42\ 39\frac{1}{2}$
$m : m' = 110 : \bar{1}10$	${}^*45\ 30\frac{1}{2} \pm 7$	—
$m : c = 110 : 001$	$82\ 58 \pm 12$	$82\ 54$
$t : m = 112 : 110$	$27\ 57$	$28\ 0$
$s : m = 11\bar{2} : 110$	$31\ 30\frac{1}{2} \pm 6$	$31\ 30$
$r : m = 10\bar{1} : 110$	$73\ 29 \pm 15$	$73\ 29$

	Beobachtet:	Berechnet:
$m : s' = 110 : \bar{1}12 =$	$44^0 49' \pm 7'$	$44^0 53\frac{1}{2}'$
$d : m = 101 : 110$	$70\ 21 \pm 7$	$70\ 21$
$s : s = 11\bar{2} : 1\bar{1}\bar{2}$	—	$115\ 38$
$t : t = 112 : 1\bar{1}2$	—	$99\ 0$

Vollkommen spaltbar nach $c(001)$.

Anmerk. des Ref. Es kann kaum einem Zweifel unterliegen, dass die von dem Verf. erhaltene Base, womit auch seine Analysen des Goldsalzes übereinstimmen, nichts Anderes war, als Aethylamin, denn die obige krystallographische Beschreibung stimmt vollkommen überein mit der von demselben Verf. früher (Sitzungsber. d. Wien. Akad. 1876, 78, II, 97) gegebenen des Aethylammonium-Gold-Chlorides, nur mit dem Unterschiede, dass er damals die Hemipyramiden s und t primär genommen und daher die Axe c halb so gross angegeben hatte. Die beobachteten Flächen und die Ausbildung der Krystalle sind in beiden Fällen genau die gleichen, und was die Winkel betrifft, so differiren zwar einige derselben um 1—2°, diese Unterschiede rühren aber jedenfalls von einer Verunreinigung des zuletzt untersuchten Präparates her.

Die untersuchten Körper bilden durch Substitution von Wasserstoff des Ammonium durch CH_3 oder C_2H_5 eine fortlaufende Reihe, innerhalb deren auch krystallographische Analogieen zu erwarten sind. Diese finden sich jedoch nicht allgemein, und sehr innige sind sie nur in der Reihe der Quecksilbersalze im Verhältniss 1 : 5; hier ist die Veränderung der Krystallform durch die Aenderung der Zusammensetzung in der Gruppe NR_4 wegen der Grösse des Moleküls eine sehr geringe, daher nicht nur alle untersuchten Salze isomorph sind, sondern auch ihre Rhomboëderwinkel eine fortlaufende Reihe bilden, welche mit derjenigen ihrer chemischen Constitution übereinstimmt:

$N(CH_3)H_3Cl.5HgCl_2$	nicht bekannt.	
$N(CH_3)_2H_2Cl.5HgCl_2$	- -	
$N(CH_3)_3HCl.5HgCl_2$	Rhomboëderwinkel	86° 2′
$N(CH_3)_4Cl.5HgCl_2$	-	85 52
$N(CH_3)_3(C_2H_5)Cl.5HgCl_2$	nicht dargestellt.	
$N(CH_3)_2(C_2H_5)_2Cl.5HgCl_2$	Rhomboëderwinkel	85 13
$N(CH_3)(C_2H_5)_3Cl.5HgCl_2$	nicht dargestellt.	
$N(C_2H_5)_4Cl.5HgCl_2$	Rhomboëderwinkel	83 53
$N(C_2H_5)_3HCl.5HgCl_2$	-	82 30
$N(C_2H_5)_2H_2Cl.5HgCl_2$	-	82 50
$N(C_2H_5)H_3Cl.5HgCl_2$	-	81 35½

Die Propylverbindung würde nach ihrem Rhomboëderwinkel von 83° 0′ etwa in die Mitte dieser Reihe zu stellen sein.

In den anderen Gruppen sind die Analogieen häufig auf einzelne Zonen beschränkt.

Es werden zunächst diejenigen Homologen verglichen, bei denen die Substitution von H durch CH_3 im Alkoholradical stattfindet:

1. Ammoniumsalze.

$2NR_4Cl.PtCl_4$.

Die Krystalle aller Glieder dieser Reihe haben denselben Habitus regulärer Oktaëder mit abgestumpften Ecken und vollkommene Spaltbarkeit nach dem

Oktaëder. Die aus der folgenden Tabelle hervorgehende Winkelähnlichkeit derselben ist so gross, dass der Verf. diese Körper trotz ihrer Zugehörigkeit zu verschiedenen Krystallsystemen für isomorph hält:

		$\{ 11\bar{1} : 1\bar{1}\bar{1} \atop 111 : 1\bar{1}1 \}$	$111 : \bar{1}11$	$111 : 11\bar{1}$
$2N(CH_3)_4 Cl.Pt Cl_4$	Regulär	70° 32′	70° 32′	70° 32′
$2N(CH_3)_3(C_2 H_5) Cl.Pt Cl_4$	-	70 32	70 32	70 32
$2N(CH_3)_2(C_3 H_5)_2 Cl.Pt Cl_4$	Tetragonal	72 48	72 48	66 4
$2N(CH_3)(C_2 H_5)_3 Cl.Pt Cl_4$	-	70 49	70 49	69 57
$2N(C_2 H_5)_4 Cl.Pt Cl_4$	Monosymmetrisch	{68 42 {67 59	69 19	73 52

$N R_4 Cl.Au Cl_3$.

Hier krystallisiren alle Salze tetragonal mit Ausnahme der Teträthylverbindung. Stellt man diese so, dass man die Axen b und c vertauscht, d. h. 110 und 101 zu 101, resp. 110 macht (die übrigen Formen, wie 111, behalten ihre Zeichen), so zeigt auch dieses Salz Uebereinstimmung in der Form mit den vorhergehenden, bei denen der Einfluss des Eintritts von Aethyl- statt Methylgruppen auf die Winkel sehr regelmässig hervortritt:

		$111 : 1\bar{1}1$	$111 : \bar{1}11$	$111 : 11\bar{1}$
$N(CH_3)_4 Cl.Au Cl_3$	Tetragonal	67° 27′	67° 27′	76° 32′
$N(CH_3)_3 (C_2 H_5) Cl.Au Cl_3$	-	66 32	66 32	78 15
$N(CH_3)_2 (C_2 H_5)_2 Cl.Au Cl_3$	-	65 45	65 45	79 43
$N(CH_3)(C_2 H_5)_3 Cl.Au Cl_3$	-	64 1	64 1	82 50
$N(C_2 H_5)_4 Cl.Au Cl_3$	Monosymmetrisch	60 10	69 18	{82 30 {80 30

$2N R_4 Cl.Cu Cl$.

In dieser Reihe, in welcher die Dimethyldiäthylverbindung nicht dargestellt ist, tritt keine auffallende Beziehung der Formen hervor. Vertauscht man aber beim Tetramethylsalz die Axen a und b und nimmt das auftretende Prisma als (120), wobei das Axenverhältniss 0,8377 : 1 : 0,6679 resultirt, nimmt man ferner bei der Teträthylverbindung (101) zur Grundform ($a : c = 1 : 0,6265$) und die Pyramide des Methyltriäthylammonium-Kupfer-Chlorids als (221), so erhält man eine gewisse Uebereinstimmung in den berechneten Winkeln der drei Hauptzonen:

		110 : 010	011 : 001	101 : 001
$2N(CH_3)_4 Cl.Cu Cl_2$	Rhombisch	50° 3′	33° 44′	38° 34′
$2N(CH_3)_3 (C_2 H_5) Cl.Cu Cl_2$	-	49 27	30 25	34 28
$2N(CH_3)(C_2 H_5)_3 Cl.Cu Cl_2$	Tetragonal	45 0	36 27	36 27
$2N(C_2 H_5)_4 Cl.Cu Cl_2$	-	45 0	32 4	32 4

$2N R_4 Cl.Hg Cl_2$.

Von dieser Reihe stimmen die tetragonal krystallisirenden Glieder mit einander überein und die Beziehung zwischen den rhombischen tritt ebenfalls hervor, wenn man für das Tetramethylammoniumsalz das Axenverhältniss

$$a' : b' : c' = c : b : \tfrac{1}{2}a = 0,7893 : 1 : 0,8649$$

annimmt, wobei die Formen folgende Symbole erhalten:

(001)(010)(100)(110)(120)(023)(223).

Aus der folgenden, alsdann sich ergebenden Winkelübersicht erhellt, dass die tetragonalen und die rhombischen Krystalle auch mit einander durch Aehnlichkeit der Dimensionen in einer Zone verknüpft sind.

		110 : 010	011 : 001	101 : 001
$2N(CH_3)_4Cl.HgCl_2$	Rhombisch	51° 43′	40° 31′	47° 38′
$2N(CH_3)_3(C_2H_5)Cl.HgCl_2$	-	54 1	40 13½	49 22
$2N(CH_3)_2(C_2H_5)_2Cl.HgCl_2$	-	52 32	40 54	48 10
$2N(CH_3)(C_2H_5)_3Cl.HgCl_2$	Tetragonal	45 0	47 2	47 2
$2N(C_2H_5)_4Cl.HgCl_2$	-	45 0	50 38	50 38

$NR_4Cl.HgCl_2$.

Hier fehlt die Methyltriäthylverbindung. Die vier anderen zeigen auffallende Winkelähnlichkeit in allen Hauptzonen, obgleich sie verschiedenen Systemen angehören. In der folgenden Tabelle sind, um dies übersichtlich zu zeigen, die Winkel der Axenebenen und die der drei primären prismatischen Formen, ohne Rücksicht darauf, ob dieselben beobachtet wurden oder nicht, zusammengestellt und hierzu die früher gewählten Stellungen beibehalten, nur beim Trimethyläthylammonium-Kupfer-Chlorid sind die Axen *a* und *b* vertauscht.

		010:100	010:001	100:001	110:010	011:001	101:001
$N(CH_3)_4Cl.HgCl_2$	Monos.	90° 0′	90° 0′	86° 27′	60° 33′	25° 40′	{41° 52′ {38 53
$N(CH_3)_3(C_2H_5)Cl.HgCl_2$	-	90 0	88 33	90 0	60 29½	{24 58 {24 27	39 7
$N(CH_3)_2(C_2H_5)_2Cl.HgCl_2$	Rhomb.	90 0	90 0	90 0	59 35	25 4	38 32
$N(C_2H_5)_4Cl.HgCl_2$	Asymm.	88 59	88 13½	86 39	{61 17 {62 51½	{22 27½ {22 28½	{39 34 {36 59

$NR_4Cl.2HgCl_2$.

Die Tetramethylverbindung dieser Reihe kennt man nicht, die Methyl-Triäthyl- und die Aethyl-Trimethylverbindung sind nach dem Verf. vollständig isomorph, obgleich verschiedenen Systemen angehörig, und zeigen die gleichen Formen. Mit diesen stimmt in der Prismenzone vollkommen überein das Dimethyl-Diäthyl-Ammoniumsalz, und auch in den anderen Hauptzonenen lässt sich eine gewisse Aehnlichkeit constatiren, wenn man das flachere Doma als primäres, die Pyramide als (231) statt (233) annimmt, d. h. die Axe *c* durch 3 dividirt, doch bleiben noch immer Abweichungen übrig, welche der Verfasser auffallend findet gegenüber der vollständigen Analogie in der Prismenzone mit den beiden Verbindungen, zwischen welchen dieses Salz den Uebergang bildet. Das asymmetrische Teträthylammonium-Quecksilber-Chlorid zeigt zwar in zwei Zonen, [100.010] und [100.001], Winkelähnlichkeiten mit den übrigen Salzen; giebt man demselben jedoch die diesen entsprechende Stellung, so erhalten die übrigen ziemlich complicirte Symbole, wie sie an jenen Salzen nicht vorkommen. In dieser neuen Stellung werden die bisherigen Formen:

$(100)(\bar{1}10)(010)(001)(\bar{1}01)(011)(0\bar{1}1)(1\bar{1}1)(\bar{1}11)(\bar{1}12)(\bar{1}02)$

zu: $(010)(210)(2\bar{1}0)(\bar{1}\bar{1}1)(\bar{1}21)(4\bar{5}2)(\bar{8}12)(\bar{8}\bar{5}2)(412)(2\bar{1}4)(\bar{2}12)$

und die Winkel der Prismenzone, sowie $11\bar{1}$: 010, zeigen eine bemerkenswerthe Uebereinstimmung mit dem Methyl-Triäthylsalze.

		100:010	010:001	100:001	010:110	001:011	001:101
$N(CH_3)_3(C_2H_5)Cl.2HgCl_2$	Rhomb.	90° 0'	90° 0'	90° 0'	50° 3½'	21° 3'	24°41'
$N(CH_3)_2(C_2H_5)_2Cl.2HgCl$	-	90 0	90 0	90 0	50 26	47 6	20 27
$N(CH_3)(C_2H_5)_3Cl.2HgCl$	Monos.	90 0	90 0	87 23	51 7½	49 59	{24 42 {23 49
$N(C_2H_5)_4Cl.2HgCl$	Asymm.	92 9	88 42	71 53	{49 47 {47 22	{20 27 {20 46½	{24 49 {15 0

Was die Salze von der Formel $NR_4Cl.5HgCl_2$ betrifft, so ist deren vollständige Isomorphie schon oben erwähnt worden.

Salze der tertiären Amine*).

$2NR_3HCl.PtCl_4$.

Die Triäthylverbindung zeigt in der S. 265 angegebenen neuen Aufstellung recht hervortretende Winkelübereinstimmung mit dem regulären Trimethylammonium-Platin-Chlorid.

		100 : 001	010 : 110	001 : 011	001 : 101
$2N(CH_3)_3HCl.PtCl_4$	Regulär	90° 0'	45° 0'	45° 0'	45° 0'
$2N(C_2H_5)_3HCl.PtCl_4$	Monosymm.	80 28	44 40	42 37	{46 35 {87 54

$NR_3HCl.AuCl_3$.

Die Aethylverbindung zeigt in dem Flächencomplex (001)(011)(101)($\bar{1}$01) eine gewisse Aehnlichkeit der Winkel mit der Flächengruppe (in der corrigirten Aufstellung) (010)(111)($\bar{1}$11) der Methylverbindung.

$2NR_3HCl.HgCl_2$.

Hier scheint keine krystallographische Beziehung der Homologen zu existiren.

$NR_3HCl.2HgCl_2$.

Einige Aehnlichkeit der Winkel ist erkennbar:

		100:010	010:001	100:001	010:110	001:011	001:101
$N(CH_3)_3HCl.2HgCl_2$	Asymm.	93° 1'	84°49½'	80°58'	{46°28' {49 49	{22°27' {21 2	{26° 7' {22 45
$N(C_2H_5)_3HCl.2HgCl_2$	Monos.	90 0	90 0	85 42	53 45	19 38	{26 35 {24 59

Hiernach ist im Allgemeinen die Uebereinstimmung in den Winkeln der homologen tertiären Aminverbindungen nicht sehr hervortretend und jedenfalls nicht von einer Uebereinstimmung im Habitus begleitet.

---

*) Die Salze $N(C_2H_5)_3HCl.HgCl_2$ und $2N(CH_3)_3HCl.CuCl_2$ scheinen nicht zu existiren.

Salze der secundären Amine*).

$2NR_2H_2Cl.PtCl_4$.

Das rhombische Dimethylaminsalz zeigt eine Annäherung an reguläre Formen, und eine gewisse Analogie mit demselben erhält man bei der Aethylverbindung, wenn man die S. 263 angegebene zweite Aufstellung der letzteren adoptirt, bei welcher die Formen die Symbole (110)(101)($\bar{1}$01)(011) erhalten:

		100 : 001	010 : 110	001 : 011	001 : 101
$2N(CH_3)_2H_2Cl.PtCl_4$	Rhombisch	90° 0′	45° 7½′	44° 19′	44° 26½′
$2N(C_2H_5)_2H_2Cl.PtCl_4$	Monosymm.	86 14	47 14	40 33	{41 2 {44 30

$NR_2H_2Cl.AuCl_3$.

Zwischen der rhombischen Diäthyl- und der monosymmetrischen Dimethylverbindung, wenn man für letztere die zweite S. 251 angegebene Aufstellung annimmt, scheint nur in der Prismenzone eine Uebereinstimmung zu existiren, indem 110 : 010 für erstere 51° 30′, für letztere 52° 21′ (berechnet). Verdoppelt man dagegen bei der ersteren die Verticalaxe und vertauscht sie mit der Brachydiagonale, wobei die Formen die Symbole (100)(010)(011)(201)(221) erhalten, so bekommt man in allen drei Zonen eine Uebereinstimmung, welcher indess wohl keine grosse Bedeutung zuzuschreiben ist.

		100 : 001	010 : 110	001 : 011	001 : 101
$2N(CH_3)_2H_2Cl.AuCl_3$	Monosymm.	84° 52′	52° 21′	36° 1′	{45° 0½′ {40 17½
$2N(C_2H_5)_2H_2Cl.AuCl_3$	Rhombisch	90 0	45 58	38 30	39 27

$2NR_2H_2Cl.5HgCl_2$.

Die beiden hierher gehörigen Salze zeigen in der Prismenzone und in [001.101] eine unverkennbare Analogie.

		100:010	010:001	100:001	010:210	001:011	001:101
$2N(CH_3)_2H_2Cl.5HgCl_2$	Asymm.	88° 56′	84° 48′	81° 16′	{45° 14′ {46 20	{24° 0′ {22 23	{25° 3′ {22 14
$2N(C_2H_5)_2H_2Cl.5HgCl_2$	Monos.	90 0	90 0	83 29½	47 52	34 19	{21 21 {19 47½

Die Beziehungen innerhalb dieser Reihen sind somit wenig hervortretend und nähern sich in keinem Falle der Isomorphie.

Salze der primären Amine**).

$2NRH_3Cl.PtCl_4$.

Die Methyl- und Aethylverbindung sind rhomboëdrisch, aber mit verschiedenen Combinationen und ziemlich grosser Abweichung der Rhomboëderwinkel

*) In den Gruppen $2NR_2H_2Cl.HgCl_2$, $NR_2H_2Cl.2HgCl_2$ und $2NR_2H_2Cl.CuCl_2$ kennt man keine Aethyl-, in den Gruppen $NR_2H_2Cl.HgCl_2$ und $NR_2H_2Cl.5HgCl_2$ keine Methylverbindung.

**) Von der Gruppe $NRH_3Cl.HgCl_2$ kennt man nur das Methylammoniumsalz.

(81° 28′ resp. 89° 6′). Man kann ihre Formen mit denen des monosymmetrischen Propylammoniumsalzes in eine gewisse Uebereinstimmung bringen, wenn man sie auf ein rhombisches Axensystem ($a = \sqrt{3}$) bezieht, wobei das Grundrhomboëder die Indices 201, $\bar{1}11$, $\bar{1}\bar{1}1$ u. s. w. erhält. Alsdann haben sie auch sämmtlich die gleiche, basische Spaltbarkeit.

		100 : 001	010 : 110	001 : 011	00: : 101
$2N(CH_3)H_3Cl.PtCl_4$	Hexagonal	90° 0′	30° 0′	57° 29′	42° 10′
$2N(C_2H_5)H_3Cl.PtCl_4$	-	90 0	30 0	50 6½	34 38
$2N(C_3H_7)H_3Cl.PtCl_4$	Monosymm.	75 33½	31 59	53 51	{34 28 {46 41½

$NRH_3Cl.AuCl_3$.

Methyl- und Aethylverbindung sind nach dem Verf. isomorph, das ebenfalls monosymmetrische Propylaminsalz zeigt etwas grössere Abweichungen.

	001 : 100	010 : 110	001 : 011	001 : 101
$N(CH_3)H_3Cl.AuCl_3$	72° 30′	22° 29′	57° 21½′	{37° 24½′ {27 18
$N(C_2H_5)H_3Cl.AuCl_3$	70 16½	22 21	57 20	{37 36½ {26 23½
$N(C_3H_7)H_3Cl.AuCl_3$	74 34½	19 26	55 12½	{29 30 {23 19½

$2NRH_3Cl.HgCl_2$.

Zwischen der Methyl- und Aethylverbindung existirt nur eine, etwas zweifelhafte Aehnlichkeit, indem der Winkel 001 : 011 bei ersterem 40° 9′, bei letzterem 42° 45′. Es ist dies um so auffallender, als die analog zusammengesetzten Kupferchlorid-Doppelsalze nach dem Verf. vollständig isomorph sind.

$NRH_3Cl.2HgCl_2$.

Setzt man die Brachydiagonale bei der Methyl- und Aethylverbindung = $2a$ und giebt der hexagonalen Combination des Propylamin-Quecksilber-Chlorides die Symbole (100)(110)(201)(111), so ergiebt sich folgende Beziehung, aus welcher man deutlich den Einfluss des steigenden Molekulargewichtes auf die Kantenwinkel ersieht:

		010 : 110	001 : 011	001 : 201
$N(CH_3)H_3Cl.2HgCl_2$	Rhombisch	33° 13′	25° 58′	32° 27′
$N(C_2H_5)H_3Cl.2HgCl_2$	-	31 49	26 3	31 14½
$N(C_3H_7)H_3Cl.2HgCl_2$	Hexagonal	30 0	28 2	31 35

$2NRH_3Cl.CuCl_2$.

Hier ist das Propylaminsalz nicht dargestellt. Die Methyl- und die Aethylaminverbindung sind nach dem Verfasser isomorph. Allgemeiner Habitus, Spaltbarkeit und Prismenwinkel sind in der That gleich, die übrigen Winkel differiren um 3—4°.

$NRH_3Cl.5HgCl_2$.

Aethyl- und Propylverbindung vollkommen isomorph (s. S. 281).

Aus dem Vorstehenden ersieht man, dass, abgesehen von den zuletzt erwähnten Quecksilbersalzen, durchgehende Uebereinstimmung zwischen homologen Salzen nur bei denjenigen gefunden wird, in denen alle Wasserstoffatome des Ammonium substituirt sind, und bei einigen Verbindungen der primären Amine, deren höchstes Glied sich jedoch immer bedeutend von den übrigen entfernt. Jenes Verhalten erscheint natürlich, wenn man bedenkt, dass die Veränderung der Dimensionen durch den Eintritt von CH_3 um so geringer sein muss, je grösser das Molekül der Verbindung, d. h. je grösser die Zahl der Alkoholradicalgruppen oder der Metallatome. Dass bei den Salzen der secundären und tertiären Amine so wenig Beziehungen zu finden sind, mag zum Theil auch dadurch veranlasst sein, dass manche verknüpfende Zwischenglieder nicht krystallographisch untersucht sind.

Um den Einfluss des Eintrittes von Alkoholradicalen an Stelle von Wasserstoffatomen des Ammonium zu untersuchen, kann man die beschriebenen Körper in folgende Reihen ordnen:

1. Methylammoniumsalze.

$2NR_4Cl.PtCl_4$.

Tri- und Tetramethylammoniumsalz sind regulär, die Dimethylverbindung rhombisch mit sehr nahe gleichen Axen, aber ohne regulären Habitus und mit abweichenden Spaltungsverhältnissen, Methylaminsalz rhomboëdrisch mit einem Kantenwinkel von $81\frac{1}{2}^0$.

$NR_4Cl.AuCl_3$.

Die Tetramethyl- und Trimethylverbindung haben in einer Zone gleiche, in den anderen ähnliche Winkel, und auch Dimethylammonium-Gold-Chlorid lässt noch gewisse Aehnlichkeiten erkennen, indem die Winkel 101 und $10\bar{1}$: 001 nahe denselben Werth haben, wie 111 : 010 (in corrigirter Stellung) bei Trimethylaminsalz, nur liegt die Symmetrieebene in den beiderlei Krystallen umgekehrt.

$2NR_4Cl.HgCl_2$.

Alle Salze stimmen in der Prismenzone überein. Verdoppelt man die Verticalaxe beim Di- und Trimethylaminsalz, so kann man sie in noch weitere Uebereinstimmung bringen, bei welcher besonders die Winkelverhältnisse in der Zone 001 : 101 von Interesse sind.

		001 : 100	010 : 110	001 : 011	001 : 101
$2N(CH_3)H_3Cl.HgCl_2$	Monosymm.	83°40′	59° 4′	40° 9′	{58°56′ {50 24
$2N(CH_3)_2H_2Cl.HgCl_2$	-	85 4	56 56	39 51	{57 45 {51 13
$2N(CH_3)_3HCl.HgCl_2$	-	87 57	54 54	43 12	{54 31½ {51 54
$2N(CH_3)_4Cl.HgCl_2$	Rhombisch	90 0	60 2	38 17	53 50

$NR_4Cl.HgCl_2$.

Dimethylverbindung nicht bekannt. Tri- und Tetramethylammoniumsalz zeigen unzweifelhafte Uebereinstimmung, wenn man von ersterem die Axe *c* halbirt und bei letzterem die Axen *a* und *b* vertauscht. Von dem Methylaminsalz (hexagonal) lässt sich nur die Prismenzone mit jenen in Beziehung setzen.

	010 : 100	010 : 001	100 : 001	010 : 110	001 : 011	001 : 101
$N(CH_3)_3HCl.HgCl_2$	90° 0′	90° 0′	82° 42′	58° 3′	39° 21½′	{28° 32½′ {25 27
$N(CH_3)_4Cl.HgCl_2$	90 0	86 27	90 0	60 38	{41 52 {38 53	25 40

$NR_4Cl.2HgCl_2$.

Monomethyl- und Dimethylaminsalz haben vollkommen gleichen Winkel 101 : $\bar{1}$01, nämlich 64° 54′ resp. 64° 42′, aber ganz abweichende Prismenwinkel; multiplicirt man indessen die b-Axe des zweiten mit 3, so erhält man vollständige Uebereinstimmung mit dem ersten. Das asymmetrische Trimethylaminsalz zeigt auch ohne Axenänderung eine gewisse Aehnlichkeit mit jenen. Tetramethylammonium-Quecksilber-Chlorid der angegebenen Formel kennt man nicht.

	100 : 010	010 : 001	100 : 001	010 : 110	001 : 011	001 : 101
$N(CH_3)H_3Cl.2HgCl_2$	90° 0′	90° 0′	90° 0′	52° 38′	25° 58′	32° 27′
$N(CH_3)_2H_2Cl.2HgCl_2$	90 0	90 0	76 18	52 49	25 57	{36 19 {28 28
$N(CH_3)_3HCl.2HgCl_2$	93 1	84 49½	80 58	{49 49 {46 48	{22 27 {21 2	{26 7 {22 45

$2NR_4Cl.CuCl_2$.

Hier ist die Trimethylverbindung nicht bekannt. Nimmt man für Tetramethylammonium-Kupfer-Chlorid das Axenverhältniss $b : 2a : c$ (s. S. 284), so erhält man folgende Winkelverhältnisse, bei denen, wie gewöhnlich, das niedrigste Glied der Reihe eine geringe Uebereinstimmung mit den höheren zeigt:

		010 : 110	001 : 011	001 : 101
$2N(CH_3)H_3Cl.CuCl_2$	Rhombisch	45° 49′	39° 58′	40° 46′
$2N(CH_3)_2H_2Cl.CuCl_2$	-	48 11	34 24	37 33
$2N(CH_3)_4Cl.CuCl_2$	-	50 8	33 44	38 34

2. Triäthylammonium- und Triäthylmethylammoniumsalze.

$2N(C_2H_5)_3RCl.PtCl_4$.

Adoptirt man für die Triäthylverbindung die S. 265 angegebenen neuen Elemente, so hat man:

		100 : 001	010 : 110	001 : 011	001 : 101
$2N(C_2H_5)_3HCl.PtCl_4$	Monosymm.	80° 23′	44° 40′	42° 37′	{37° 54′ {46 35
$2N(C_2H_5)_3(CH_3)Cl.PtCl_4$	Tetragonal	90 0	45 0	45 18	45 18

$N(C_2H_5)_3RCl.AuCl_3$.

Hier findet sich eine, wenn auch nicht stark ausgesprochene Analogie:

		100 : 001	010 : 110	001 : 011	001 : 101
$N(C_2H_5)_3HCl.AuCl_3$	Monosymm.	77°21′	51°10′	87°25′	{49°30′ 37 28
$N(C_2H_5)_3(CH_3)Cl.AuCl_3$	Tetragonal	90 0	45 0	38 43	38 43

$2N(C_2H_5)_3RCl.HgCl_2$.

Hier scheint keine Uebereinstimmung zu existiren. Salze der Formel $NR_4Cl.HgCl_2$ sind nicht bekannt.

$N(C_2H_5)_3RCl.2HgCl_2$.

Die beiden Salze sind vollkommen isomorph und zeigen dieselben Formen:

	100 : 001	010 : 110	001 : 011	001 : 101
$N(C_2H_5)_3HCl.2HgCl_2$	85°42′	53°45′	19°33′	{26°35′ 24 59
$N(C_2H_5)(CH_3)Cl.2HgCl_2$	87 23	51 7½	19 59	{24 42 23 49

$2N(C_2H_5)_3RCl.CuCl_2$.

Nimmt man die tetragonale Pyramide der Methylverbindung als (201), wodurch $c = 1,044$ wird, so berechnen sich folgende Winkelverhältnisse:

		100 : 001	010 : 110	001 : 011	001 : 101
$2N(C_2H_5)_3HCl.CuCl_2$	Monosymm.	81°44′	46°34′	43°58′	{50°27′ 41 51
$2N(C_2H_5)_3(CH_3)Cl.CuCl_2$	Tetragonal	90 0	45 0	46 14	46 14

Schliesslich erinnert der Verfasser an die vollständige Isomorphie der Salze $N(C_2H_5)_3RCl.5HgCl_2$.

Aus diesen Zusammenstellungen geht hervor, dass die höchsten Glieder der Reihen, in denen Wasserstoffatome des Ammonium durch CH_3 ersetzt werden, namentlich die Tri- und Tetramethylammonium-Doppelsalze, häufig nahe Uebereinstimmung und wohl auch Isomorphie zeigen, dass dagegen die Monomethylverbindungen sich den übrigen in ihren Winkelverhältnissen am wenigsten nähern. In der letzten Reihe, bei den bereits drei Aethylgruppen enthaltenden Salzen, wo man erwarten musste, dass die Einführung von Methyl keine erhebliche Aenderung der Krystallform hervorbringen könne, zeigen sich in der That deutliche Analogieen der Formen, mit Ausnahme der Gruppen $2N(C_2H_5)_3RCl.HgCl_2$ und $2N(C_2H_5)_3RCl.CuCl_2$, wenigstens in der letzteren nur durch eine Umstellung, deren Berechtigung etwas zweifelhaft scheint.

3. Aethylammoniumsalze.

$2NR_4Cl.PtCl_4$.

Wenn man den Formen der hexagonalen Monoäthylverbindung die rhombischen Symbole (110)(100)(111)(201)(001) giebt, erhält man in einer Zone sehr genaue Uebereinstimmung mit der Di- und Triäthylverbindung. Tetraäthylammonium-Platin-Chlorid zeigt keine Aehnlichkeit der Formen mit den an den anderen Salzen beobachteten.

		100 : 001	010 : 110	001 : 011	001 : 101
$2N(C_2H_5)H_3Cl.PtCl_4$	Hexagonal	90° 0′	30° 0′	50° 6′	34°48′
$2N(C_2H_5)_2H_2Cl.PtCl_4$	Monosymm.	85 31½	37 35	50 35½	{45 12 {41 2
$2N(C_2H_5)_3HCl.PtCl_4$	-	84 29	33 51	51 34½	{42 29 {37 54
$2N(C_2H_5)_4Cl.PtCl_4$	-	89 14	44 38½	43 4	{43 47 {43 4

Nimmt man dagegen, wie in der Beschreibung der Salze angegeben, die am Di- und Triäthylaminsalz beobachteten Hemipyramiden als Prisma (110) und Klinodoma (011), wie es für das letztere in allen Fällen natürlich erscheint, so erhält man für die an beiden auftretenden Formen die Symbole (110) (011) (101) ($\bar{1}$01) und eine grosse Aehnlichkeit der Fundamentalwinkel mit denen des Tetraäthylammonium-Platin-Chlorid, während hierdurch diejenige mit der Monoäthylverbindung wieder verloren geht.

	100 : 001	010 : 110	001 : 011	001 : 101
$2N(C_2H_5)_2H_2Cl.PtCl_4$	86°14′	47°14′	40°33′	{44° 2′ {44 30
$2N(C_2H_5)_3HCl.PtCl_4$	80 24	44 40	42 37	{37 54 {46 35
$2N(C_2H_5)_4Cl.PtCl_4$	89 14	44 38½	43 4	{43 4 {43 47

$NR_4Cl.AuCl_3$.

Stellt man die Tetraäthylverbindung so, dass die Orthodiagonale auf den Beobachter zuläuft, und giebt dem Diäthylaminsalz das früher angegebene Axenverhältniss ($2c : b : a$), so erhält man folgende Zusammenstellung, in der sich das erste Glied sehr von den übrigen abweichend zeigt:

	001 : 010	100 : 010	100 : 001	010 : 110	001 : 011	001 : 101
$N(C_2H_5)H_3Cl.AuCl_3$	90° 0′	90° 0′	70°16½′	22°21′	57°20′	{37°36½′ {26 23½
$N(C_2H_5)_2H_2Cl.AuCl_3$	90 0	90 0	90 0	45 58	88 30	89 27
$N(C_2H_5)_3HCl.AuCl_3$	90 0	90 0	77 21	51 10	37 25	{37 28 {49 30
$N(C_2H_5)_4Cl.AuCl_3$	90 0	87 58	90 0	{49 43 {47 25	37 32	41 2

$2NR_4Cl.HgCl_2$.

Die Diäthylverbindung scheint nicht zu existiren. Eine Beziehung zwischen Triäthylammonium-Quecksilber-Chlorid und den übrigen ist nicht ersichtlich. Nimmt man die tetragonale Pyramide des Aethylaminsalzes als 101, so ähnelt sie der Form 101 am Tetraäthylaminsalz.

$NR_4Cl.HgCl_2$.

Das erste und dritte Glied der Reihe sind nicht bekannt. Di- und Tetraäthylaminsalz haben einige Aehnlichkeit der Winkel, welche grösser wird, wenn man das Prisma des ersteren = (320) setzt:

	010 : 100	010 : 001	100 : 001	010 : 110	001 : 011	001 : 101
$N(C_2H_5)_2H_2Cl.HgCl_2$	90° 0′	90° 0′	90° 0′	56°42′	24°49′	35° 9′
$N(C_2H_5)_4Cl.HgCl_2$	88 59	88 13½	86 39	{61 17 {62 51½	{22 27½ {22 28½	{39 34 {36 59

$NR_4Cl.2HgCl_2$.

Diäthylaminsalz nicht bekannt. Die übrigen lassen sich in eine gewisse Uebereinstimmung bringen, wenn man für die Tetraäthylverbindung die S. 285 (unter der Uebersicht der homologen Körper) angegebene Stellung annimmt.

	100 : 010	010 : 001	100 : 001	010 : 110	001 : 011	001 : 101
$N(C_2H_5)H_3Cl.2HgCl_2$	90° 0′	90° 0′	90° 0′	51° 8′	26° 8′	31°14½′
$N(C_2H_5)_3HCl.2HgCl_2$	90 0	90 0	85 42	53 45	19 38	{26 35 {24 59
$N(C_2H_5)_4Cl.2HgCl_2$	92 9	88 42	71 53	{49 47 {47 22	{20 27 {20 46½	{15 0 {24 46

$2NR_4Cl.CuCl_2$.

Das Diäthylamindoppelsalz ist nicht dargestellt. Die drei anderen Glieder der Reihe zeigen grosse Aehnlichkeit in den Winkeln, dem Krystallhabitus und der Spaltbarkeit.

		100 : 001	010 : 110	001 : 011	001 : 101
$2N(C_2H_5)H_3Cl.CuCl_2$	Rhombisch	90° 0′	45° 3′	43°37′	43°41′
$2N(C_2H_5)_3HCl.CuCl_2$	Monosymm.	81 44	46 34	43 58	{50 27 {41 51
$2N(C_2H_5)_4Cl.CuCl_2$	Tetragonal	90 0	45 0	41 33½	41 33½

4. Trimethylammonium- und Aethyl-Trimethylammoniumsalze.

$2N(CH_3)_3RCl.PtCl^4$.

Beide Doppelsalze sind regulär (111, 100).

$N(CH_3)_3RCl.AuCl_3$.

Betrachtet man, wie der Verf. es irrthümlicherweise gethan hat, die Flächen 110.011 des Trimethylamin-Gold-Chlorides als zu einer rhombischen Pyramide gehörige, so bildet diese mit der vom Verf. als Basis betrachteten Fläche (010) den Winkel 49° 45½′, während beim Aethyl-Trimethylaminsalz 111 : 001 = 50° 52½′.

$2N(CH_3)_3RCl.HgCl_2$.

Die beiden Körper zeigen Uebereinstimmung in der Prismenzone, — wenn man die Verticalaxe des ersten verdoppelt, auch in den übrigen Zonen.

		100 : 001	010 : 110	001 : 011	001 : 101
$2N(CH_3)_3HCl.HgCl_2$	Monosymm.	87°57′	54°54′	43°12′	{54°31½′ {51 54
$2N(CH_3)_3(C_2H_5)HCl.HgCl_2$	Rhombisch	90 0	54 1	40 13½	49 22

$N(CH_3)_3 RCl.Hg Cl_2$.

Die beiden Salze haben ähnliche Prismenwinkel, und auch in den anderen Zonen erhält man Uebereinstimmung, wenn man die Verticalaxe des Trimethylaminsalzes halbirt.

	100 : 001	010 : 110	001 : 011	001 : 101
$N(CH_3)_3 HCl.Hg Cl_2$	82°42′	31°57′	29°21½′	{28°32½′ {25 27½
$N(CH_3)_3(C_2H_5)Cl.Hg Cl_2$	88 33	29 30½	29 7	{24 58 {24 27

$N(CH_3)_3 RCl.2Hg Cl_2$.

Auch hier ist eine durchgehende Aehnlichkeit vorhanden:

		100:010	010:001	100:001	010:110	001:011	001:101
$N(CH_3)_3 HCl.2Hg Cl_2$	Asymm.	93° 1′	84°49½′	80°58′	{49°49′ {46 28	{22°27′ {21 2	{26° 7′ {22 45
$N(CH_3)_3(C_2H_5)Cl.2Hg Cl_2$	Rhomb.	90 0	90 0	90 0	50 3½	21 3	24 44

Nimmt man zu diesen Gruppen noch die nach der Formel $NR_4 Cl.5Hg Cl_2$ zusammengesetzte, deren Glieder vollkommen isomorph sind, so kann man aus den obigen Zusammenstellungen schliessen, dass beim Eintritt von Aethyl für Wasserstoff keine beträchtlichen Formänderungen stattfinden, wenn bereits eine Substitution der übrigen Wasserstoffatome des Ammonium stattgefunden hat. Diesem entsprechend zeigten sich auch in der vorigen Reihe die besten Uebereinstimmungen beim Uebergang von der Triäthyl- zu der Tetraäthylverbindung.

In den zusammengestellten Reihen von Körpern finden sich zahlreiche Beispiele von Gruppen, deren analog zusammengesetzte Glieder übereinstimmende Kantenwinkel, Habitus und selbst Spaltbarkeit besitzen, aber verschiedenen Krystallsystemen angehören. Diese Erscheinung bezeichnet der Verf. als »Isomorphie in verschiedenen Systemen«, und da dieselbe eine sehr nahe Verwandtschaft der Formen voraussetzt, ist sie nur da zu suchen, wo die Substitution eine weniger eingreifende Aenderung der Krystallform hervorbringt, wie bei den durchweg substituirten Ammonium-Verbindungen.

So krystallisiren die vierfach substituirten Ammonium-Platin-Doppelsalze sämmtlich anscheinend in Oktaëdern mit untergeordnetem Hexaëder, nämlich:

		111 : 1$\bar{1}$1	111 : $\bar{1}$11	111 : 11$\bar{1}$
$2N(CH_3)_4 Cl.Pt Cl_4$	Regulär	70°32′	70°32′	70°32′
$2N(CH_3)_3(C_2H_5) Cl.Pt Cl_4$	-	70 32	70 32	70 32
$2N(CH_3)_2(C_2H_5)_2 Cl.Pt Cl_4$	Tetragonal	72 43	72 43	66 4
$2N(CH_3)(C_2H_5)_3 Cl.Pt Cl_4$	-	70 49	70 49	69 57
$2N(C_2H_5)_4 Cl.Pt Cl_4$	Monosymm.	{68 42 {67 59	69 19	78 52

Bei den Gold-Doppelsalzen zeigt sich in derselben Weise Aehnlichkeit der Formen, wenn man bei der Tetraäthylverbindung die Symmetrieaxe senkrecht stellt:

		$111:1\bar{1}1$	$111:\bar{1}11$	$111:11\bar{1}$
$N(CH_3)_4 Cl.Au Cl_3$	Tetragonal	67° 27′	67° 27′	76° 32′
$N(CH_3)_3(C_2H_5)Cl.Au Cl_3$	-	66 32	66 32	78 15
$N(CH_3)_2(C_2H_5)_2 Cl.Au Cl_3$	-	65 45	65 45	79 43
$N(CH_3)(C_2H_5)_3 Cl.Au Cl_3$	-	64 1	64 1	82 50
$N(C_2H_5)_4 Cl.Au Cl_3$	Monosymm.	60 10	69 13	82 30 80 30

Bei entsprechender Aufstellung sind ferner übereinstimmend die Winkel der folgenden Salze:

	010 : 100	010 : 001	100 : 001	010 : 110	001 : 011	001 : 101
$N(CH_3)_4 Cl.Hg Cl_2$	90° 0′	90° 0′	86° 27′	60° 33′	25° 40′	41° 52′ 38 53
$N(CH_3)_3(C_2H_5)Cl.Hg Cl_2$	90 0	88 33	90 0	60 29½	24 58 24 27	39 7
$N(CH_3)_2(C_2H_5)_2 Cl.Hg Cl_2$	90 0	90 0	90 0	59 35	25 4	38 32
$N(C_2H_5)_4 Cl.Hg Cl_2$	88 59	88 13½	86 39	61 17 62 54½	22 27½ 22 28½	39 34 36 59

		$111:\bar{1}11$	$111:1\bar{1}1$ $\bar{1}11:\bar{1}\bar{1}1$	$111:11\bar{1}$
$N(CH_3)_3(C_2H_5)Cl.2Hg Cl_2$	Rhombisch	46° 25′	38° 32′	118° 8′
$N(CH_3)(C_2H_5)_3 Cl.2Hg Cl_2$	Monosymm.	45 54½	37 17 36 6	119 54

Es geht aus diesen Zusammenstellungen hervor, dass monosymmetrisch krystallisirende Verbindungen, deren Axenwinkel nahe 90° ist, in allen Zonen Winkelübereinstimmung zeigen können, ohne dass der schiefe Winkel β hierbei jedesmal von »entsprechenden« Axen gebildet wird, dass es vielmehr ganz unwesentlich ist, ob der Winkel zwischen zwei Axen 90° oder nahe 90° ist, wenn nur die zu denselben analog gelegenen Flächen ähnliche Winkel bilden. Hierfür ist besonders auf die obige Tabelle der Salze $NR_4 Cl.Hg Cl_2$, als auf ein besonders charakteristisches Beispiel, zu verweisen.

Anmerkung des Ref. Im Vorhergehenden sind die von dem Verf. aufgestellten Beziehungen zwischen den Krystallformen der untersuchten Körper im Wesentlichen unverändert wiedergegeben worden. Es muss aber bemerkt werden, dass in den meisten Fällen die aufgefundene Winkelähnlichkeit eigentlich nur in einer oder in wenigen Zonen hervortritt und in den übrigen nur durch künstliche Annahmen, welche der Verf. selbst oft für zweifelhaft hielt, hergestellt worden ist. Dies bestätigt aber die von Hiortdahl, dem Ref. u. A. gemachte Wahrnehmung, dass bei der Substitution von Wasserstoff durch organische Radicale die Krystallform nur in gewissem Sinne geändert wird. Das Studium und die Auffindung der Gesetzmässigkeiten dieser Aenderungen wird aber nur erschwert, wenn man, wie der Verf. es thut, künstlich die Gleichheit der Formen, die gar nicht existirt und nicht existiren kann, herzustellen sucht. Die Beobachtungen Desselben enthalten jedoch ein so reiches und werthvolles Material zur Erforschung jener Gesetzmässigkeiten, dass der Ref. sich vorbehält, auf dasselbe zu diesem Zwecke noch an einem anderen Orte ausführlich zurückzukommen.

Schliesslich will der Ref. nicht verfehlen, Herrn Wleugel aus Christiania,

welcher ihn bei diesem umfangreichen Referat nicht nur durch seine Kenntniss der dänischen Sprache unterstützte, sondern auch mehrere nothwendig gewordene Rechnungen und Zeichnungen ausführte, auch an dieser Stelle seinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Ref.: P. Groth.

2. A. Arzruni (in Berlin): **Krystallographische Untersuchung an sublimirtem Titanit und Amphibol** (Sitzungsber. der preuss. Akad. der Wissensch. 30. März 1882). Der Verf. untersuchte kleine gelbbraune Titanitkryställchen aus den Drusenräumen von vulkanischen Auswürflingen von Procida und Ponza. Der erstere dieser Auswürflinge bestand aus Sanidin, auf dem der Titanit aufsitzt, Hornblende, Augit, Glimmer und Magneteisen; das Stück von Ponza hat dieselbe mineralogische Zusammensetzung, nur scheint der Augit zu fehlen. Die Titanitkrystalle zeigen folgende Formen (Aufstellung von Des Cloizeaux):

Procida: (001)$0P$, (110)∞P, (100)$\infty \bar{P} \infty$, (111)$-P$, $(10\bar{1})+\bar{P}\infty$;
Ponza: (111)$-P$, (010)$\infty \breve{P} \infty$.

Den Messungen an diesen Krystallen sind in der folgenden Tabelle die Winkelwerthe des ebenfalls sublimirten Titanits von Laach (nach G. vom Rath, Poggend. Ann. **115**, 466) und diejenigen des uralischen Titanits (nach Jeremejew, diese Zeitschr. **5**, 499) zum Vergleich beigesetzt.

	Arzruni		G. vom Rath	Jeremejew
Procida:	Gemessen:	Berechnet:	Berechnet:	Berechnet:
110 : 001 =	*65° 30′	—	65° 23′	65° 30′
110 : 100	*33 6	—	33 4½	33 14½
001 : 111	*38 23½	—	38 19½	38 16
$\bar{1}01$: 001	66 24	66° 20′	66 27	65 55
001 : 100	60 20½	60 19½	60 11	60 17
111 : $\bar{1}10$	118 50	118 53	118 57	—
Ponza:				
111 : $1\bar{1}1$	43 39 ± 7′	43 46	43 42	43 48½
111 : 010	68 8 ± 2	68 7	68 9	68 6

$$a : b : c = 0{,}7513 : 1 : 0{,}8566$$
$$\beta = 60^0\ 19\tfrac{1}{2}'.$$

Man ersieht aus dieser Tabelle, dass dem sublimirten Titanit ein etwas anderes Axenverhältniss zukommt, als den in den älteren massigen Gesteinen und krystallinischen Schiefern vorkommenden Krystallen des Minerals.

Weniger scheint dies bei der Hornblende der Fall zu sein, deren Winkeldifferenzen nicht von der Art der Bildung des Minerals, sondern wesentlich von den chemischen Verschiedenheiten desselben abhängen. In den untersuchten Auswürflingen trat dasselbe mit folgenden Flächen auf: (110)∞P, (010)$\infty \breve{P} \infty$, äusserst schmal und unvollzählig (100)$\infty \bar{P} \infty$, (310)$\infty \bar{P} 3$, am Ende (001)$0P$, (021)$2\breve{P}\infty$, $(\bar{1}11)+P$, $(\bar{1}31)+3\breve{P}3$, endlich als kaum sichtbare Abstumpfung (111)$-P$ und ein vorderes Hemidoma.

	Arzruni Beobachtet:		Arzruni Berechnet:	Miller Berechnet:
$110 : 010 =$	*62° 14′	± 12′	—	62° 15′
$310 : 110$	17 44		17° 49′	17 48
$110 : 021$	64 23½	± 2½	64 26	—
$021 : \bar{1}11$	31 39½		31 44	—
$010 : \bar{1}11$	74 16	± 8½	74 14½	74 14
$010 : \bar{1}31$	49 41	± 3	49 45	49 45
$110 : 001$	76 29	± 6	76 35½	76 48
$\bar{1}11 : \bar{1}10$	68 57		68 51½	68 47
$001 : 100$	*74 48½		—	75 2
$021 : 001$	*29 32		—	29 34
$\bar{1}10 : \bar{1}31$	60 39		60 52	—
$\bar{1}31 : 021$	27 26½		27 38	—

$$a : b : c = 0,5456 : 1 : 0,2935$$
$$\beta = 74^0\, 48\tfrac{1}{2}'.$$

Einige Messungen an sublimirten Hornblendekrystallen vom Vesuv und von Plaidt sind früher von G. vom Rath angestellt worden.

Der Verf. weist schliesslich noch darauf hin, dass die von dem letzterwähnten Beobachter wegen der regelmässigen Verwachsungen mit Hornblende vorgeschlagene Aufstellung des Augit noch auffälliger die Beziehungen beider Mineralien zeigt, wenn man die Verticalaxe der ersteren verdoppelt; man hat alsdann:

Augit: $a : b : c = 1,0903 : 1 : 0,5893$, $\beta = 74^0\, 30'$
Hornblende: $a : b : c = 0,5456 : 1 : 0,5871$, $\beta = 74\ 48\tfrac{1}{2}$.

Ref.: P. Groth.

3. G. vom Rath (in Bonn): **Ueber Kupferkies-Krystalle von Anxbach im Wiedthal** (Sitzungsber. der Niederrhein. Ges. für Natur- und Heilk., Bonn 1882, S. 30, Sitzung vom 9. Jan. 1882). Die schönen Krystalle dieses Vorkommens, auf Eisenspath aufsitzend, zeigen folgende Formen: $\varkappa(111) + \frac{P}{2}$, $\varkappa(1\bar{1}1) - \frac{P}{2}$, $(201)2P\infty$, $(302)\frac{3}{2}P\infty$, $(101)P\infty$, $(110)\infty P$, $(001)0P$. Ein tetragonales Skalenoëder, vielleicht $\varkappa(323)P\frac{3}{2}$, ist angedeutet durch eine stark gestreifte Abstumpfung zwischen (101) und $\varkappa(111)$, mit letzterem circa 10^0 bildend. Meistens in spinellartigen Zwillingen, bei denen gern das eine Individuum, welches mit einer Fläche $\varkappa(111) + \frac{P}{2}$ der Zwillingsebene anliegt, tafelförmig — das andere tetraëdrisch — ausgebildet ist.

Ref.: C. Hintze.

4. Derselbe: Ueber einige Mineralien aus Piemont (Ebenda, S. 215—229, Sitzung vom 4. Dec. 1882).

1) Einige Beobachtungen an Diopsidkrystallen sind vom Herrn Verf. selbst bereits im vorigen Hefte dieser Zeitschrift (8, 46) wiedergegeben worden.

2) Braunit von der Mangangrube Pralorgnan auf der linken Seite des Thales

von St. Marcel, in einfachen Krystallen und Zwillingen nach (101)$P\infty$ (s. Fig. 1 und 2), in Quarz eingewachsen.

Fig. 1.

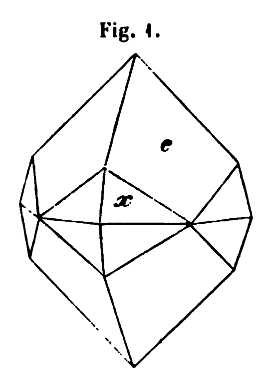
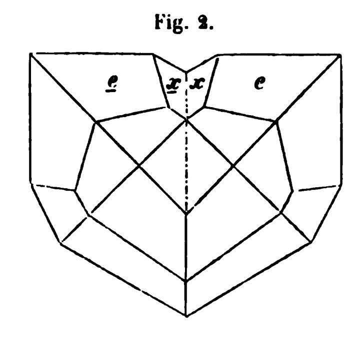


Fig. 2.



Es wurde gemessen:

die Polkante 111 : 1$\bar{1}$1 = 70° 8' (und 70° 13'),

daraus ergiebt sich das Axenverhältniss:

$a : c = 1 : 0,98556$ (1 : 0,98843),

ferner die Seitenkante	111 : 11$\bar{1}$	= 71° 19'	(und 71° 9⅓')
die primäre Polkante	421 : 4$\bar{2}$1	= 51 43	(- 51 43⅓)
die secundäre -	421 : 241	= 35 55	(- 35 56)
die Seitenkante	421 : 42$\bar{1}$	= 25 34	(- 25 29⅔)

die einspringende Zwillingskante $x : \underline{x}$ = 54° 6 (- 54 17).

Die Bestimmung der ditetragonalen Pyramide und der Zwillingsfläche geschah an Hohlformen aus der leicht schmelzbaren Lipowitz'schen Legirung [3 Theile Cadmium, 4 Theile Zinn, 8 Theile Blei und 15 Theile Wismuth]; über deren Anwendung vergl. Websky, Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1863, **15**, 680. Nicht mit Sicherheit konnte entschieden werden, ob die Krystalle mit der Zwillingsfläche verwachsen sind (wie in der Figur angenommen), oder mit einer dazu senkrechten Ebene, wo dann die den einspringenden Kanten $x : \underline{x}$ anliegenden Flächen e vollkommen einspiegeln würden.

Fig. 3.

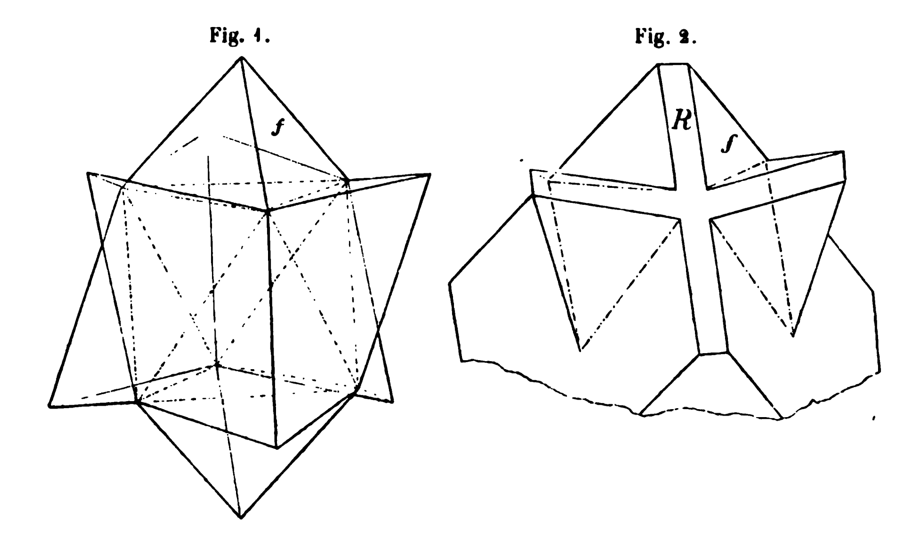
3) An Scheelit-Krystallen (der Verf. bevorzugt den Namen Tungstein) von Traversella beobachtete der Verf. die Combination der Fig. 3: p(111)P (Polkante 79° 56'), f(114)¼P, e(101)$P\infty$ und, bestimmbar durch zwei sich in ihr kreuzende Zonen $p : f$, eine neue Form z, für welche man aus dem Zonenverbande das Zeichen (205)⅖$P\infty$ herleiten muss, und nicht ¼$P\infty$, wie durch ein Versehen im Original angegeben wird.

Ref.: C. Hintze.

5. Derselbe: Ueber Kalkspath von Hüttenberg und von Arkengarthdale (Ebenda, Sitzung vom 15. Jan. 1883). Sehr grosskörnige Kalkspath-Aggregate

von Hüttenberg in Kärnten zeigen die regelmässigsten Vierlingskrystalle (vergl. Fig. 1), gebildet von spitzen Rhomboëdern $f(02\bar{2}1)$ —$2R$, welche nach dem Gesetz verwachsen sind: Zwillingsebene eine Fläche des ersten stumpfen Rhomboëders $(01\bar{1}2)$—$\frac{1}{2}R$. Die Ebenen aber, welche einspringende Kanten der Vier-

Fig. 1. Fig. 2.

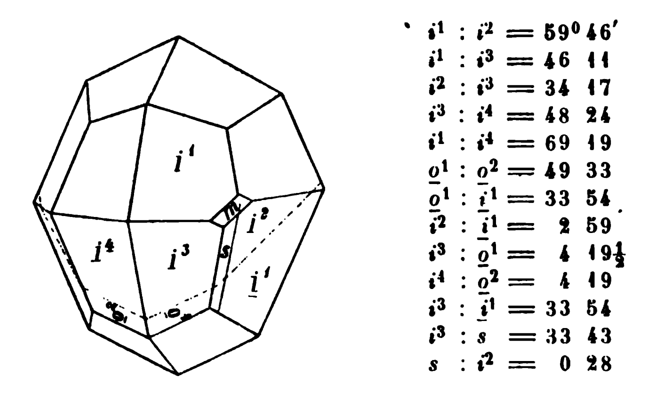


linge halbiren, stehen zur Zwillingsebene normal. Die Art der Verwachsung bedingt, dass das Centralindividuum der Vierlinge mit je zwei angewachsenen Individuen eine Spaltungsrichtung gemeinsam hat, wie Fig. 2 darstellt. Dadurch, dass auch jedem seitlichen Individuum einer Vierlingsgruppe wieder noch Zwillingsindividuen nach demselben Gesetz anwachsen, entsteht eine grosse Manchfaltigkeit von Stellungen.

Dasselbe Zwillingsgesetz nach $(01\bar{1}2)$—$\frac{1}{2}R$ mit polysynthetischer Verwachsung liegt zu Grunde den noch zierlicheren Krystallisationen von der Bleigrube Arkengarthdale, North Riding of Yorkshire in England, jedoch mit dem Unterschiede, dass hier die herrschende Form $(03\bar{3}1)$—$3R$ ist, mit unebenen, nicht genau messbaren Flächen. Jede der Flächen des Centralindivids trägt meist zahlreiche in eine Reihe geordnete Zwillingsindividuen, welche wiederum kleine Zwillingsindividuen angezogen haben. Dendritische Gebilde, ähnlich denen des Kupfers, Silbers und Goldes entstehen, wenn vom Centralindividuum als Hauptrippe aus, unzählbare Zwillingsindividuen ausstrahlen, auf deren Flächen sich wieder Individuen zweiter Ordnung, und so fort, erheben.

Ref.: C. Hintze.

6. Derselbe: Ueber einen Leucit-Krystall (Ebenda, Sitzung vom 12. Febr. 1883). Ein 4 mm grosser, zur Hälfte abgebrochener Krystall, durch eine Reihe stumpfer ausspringender Kanten als Zwilling kenntlich, ermöglichte gute Messungen an einigen Flächen, deren Lage an umstehender Figur veranschaulicht wird:



$i^1 : i^2$	=	59° 46′
$i^1 : i^3$	=	46 11
$i^2 : i^3$	=	34 17
$i^3 : i^4$	=	48 24
$i^1 : i^4$	=	69 19
$\underline{o}^1 : \underline{o}^2$	=	49 33
$\underline{o}^1 : \underline{i}^1$	=	33 54
$i^2 : \underline{i}^1$	=	2 59
$i^3 : \underline{o}^1$	=	4 19½
$i^4 : \underline{o}^2$	=	4 19
$i^3 : \underline{i}^1$	=	33 54
$i^3 : s$	=	33 43
$s : i^2$	=	0 28

Diese Messungen bestätigen, dass $i = (421)4P2$, $o = (111)P$ und $m = (110)\infty P$. Die physikalische Beschreibung der Flächen sei wörtlich wiedergegeben: »Die Flächen i^1 und i^4 sind mit einer sehr feinen Streifung bedeckt, welche der fast symmetrischen Diagonale dieser Flächen parallel geht. Von den Flächen i^2 und $\underline{i}^1$ sind die der secundären Polkante $i^2 : i^3$, resp. der Kante $\underline{i}^1 : \underline{o}^2$ anliegenden schmalen Säume durch eine feine Linie vom Haupttheil der betreffenden Flächen geschieden und diese beiden Säume durch eine abweichende Sculptur charakterisirt. Der Saum auf i^2 ist mit einer sehr feinen Streifung geziert, deren Richtung dadurch bezeichnet wird, dass sie anscheinend den ebenen Winkel der Kanten $i^3 : s$ und $m : s$ halbirt. Der Haupttheil von i^2 ist sehr fein parallel der Kante mit m gestreift, während in der Nähe der stumpfen Zwillingskante $i^2 : \underline{i}^1$ sehr feine Streifen oder vielmehr erhabene Leistchen von äusserster Feinheit normal gegen die erwähnte stumpfe Kante gerichtet sind. Die Fläche $\underline{i}^1$ ist annähernd normal zur stumpfen Zwillingskante $i^2 : \underline{i}^1$ gestreift.«

Ueber andere, am gleichen Ort angekündigte Leucit-Krystalle von sehr ungewöhnlicher Ausbildung (das scheinbare Ikositetraëder fast im Gleichgewicht mit dem scheinbaren Dodekaëder, dazu das scheinbare Hexaëder), wird der Herr Verf. in dieser Zeitschrift selbst noch ausführlicher berichten.

Ref.: C. Hintze.

7. C. Laar (in Hannover): **Ueber einen (Stink-) Marmor von Cintra** (Ebenda, S. 90—92, Sitzung vom 5. Juni 1882). Ein von der Firma Krantz in Bonn in den Handel gebrachter, sehr grobkörniger, lichtbläulichgrauer Marmor von Cintra, nordwestlich von Lissabon, Provinz Estremadura in Portugal, hat die Eigenthümlichkeit, beim Reiben oder Schlagen einen ziemlich starken Geruch nach Schwefelwasserstoff zu entwickeln. Der Verf. constatirte, dass dieser Geruch thatsächlich von frei werdendem Schwefelwasserstoff herrührte, im Uebrigen aber der Marmor sich durch grosse Reinheit auszeichnete. Derselbe enthielt an Beimischungen in beträchtlicher Menge nur Magnesia, in Spuren Eisen, Strontian, Natron, Schwefelsäure, in salpetersaurer Lösung auch eine Spur Chlorwasserstoffsäure; der geringfügige unlösliche Rückstand enthielt weisse Krystallpartikeln (wohl Quarz) und metallglänzende Kryställchen (wahrscheinlich Eisenkies); auch etwas krystallinischer Schwefel und Kohlepartikelchen finden sich eingesprengt. Auf Grund seiner Versuche glaubt der Verf. annehmen zu dürfen, dass der Schwefelwasserstoff nicht als solcher in dem Marmor vorhanden ist, ebenso wenig wie ein

Schwefelalkali, vielmehr aber auf die Gegenwart von Schwefelcalcium, resp. Schwefelmagnesium oder Schwefelstrontium, zu schliessen sei, vielleicht in krystallinischem Zustande, in welchem es nach Story-Maskelyne und Flight in gewissen Meteoriten vorkommt. Das Sulfid könnte durch die im Gestein vorhandene Kohle aus dem Sulfat reducirt worden sein.

Ref.: C. Hintze.

8. **A. von Lasaulx** (in Bonn): **Mikroskopische Untersuchung der Mineralien der Willemitgruppe** (Ebenda, S. 46—47, Sitzung vom 6. Febr. 1882). Mikroskopische Einschlüsse im Willemit vom Altenberg deutet der Verf. als Franklinit; die braune Farbe des Willemits wird wohl hervorgebracht durch braunrothe Partien von Eisenoxyd. Der Troostit von Sterling zeigt Einlagerungen von einer opaken schwarzbraunen Substanz, die für eine manganhaltige anzusehen ist (vielleicht Mn_2O_3), und von polarisirenden Partikeln, die nach ihrem Verhalten wohl einem augitartigen Mineral angehören. Auf diese Beimengungen ist wohl der Gehalt des Troostit an MnO, MgO und FeO zurückzuführen. Der Phenakit vom Ilmengebirge enthält zahlreiche Flüssigkeitseinschlüsse, die bei 100° C. noch unbeweglich bleiben und darum keine Kohlensäure sein können, und ausserdem Blättchen oder Aggregate eines glimmerartigen Minerals. Dioptas ist bis auf einen opaken schwarzen Staub, vielleicht Kupferoxyd, frei von Einlagerungen. Willemit, Troostit und Phenakit zeigen übereinstimmend das regelmässige Interferenzbild einaxiger Krystalle; beim Dioptas ist dasselbe theilweise gestört durch mangelhafte Parallelstellung einzelner Krystalltheile.

Ref.: C. Hintze.

9. **Derselbe: Ueber das Schwefelvorkommen von Kokoschütz bei Ratibor in Schlesien** (Ebenda, S. 48—49). Ueber dieses Vorkommen ist bereits in dieser Zeitschrift 7, 601 eine Notiz des Herrn Websky (Zeitschr. der d. geol. Ges. **32**, 651) referirt worden. Neu dagegen sind von dort ausgebildete recht schöne Krystalle von Schwefel, Combinationen von (111)P, (113)$\frac{1}{3}P$, (001)$0P$, (110)∞P, (011)$\breve{P}\infty$, aus Hohlräumen, die im Schwefel oder im Kalkstein durch Auslaugen entstanden sind. Daneben erscheint Coelestin in Krystallen: (010)$\infty\breve{P}\infty$, (101)$\bar{P}\infty$, (120)$\infty\breve{P}2$, (110)∞P, (011)$\breve{P}\infty$, (111)P, theils farblos, theils undurchsichtig durch die Imprägnirung von Schwefel.

Ref.: C. Hintze.

10. **Derselbe: Ueber Zwillingskrystalle von gediegen Kupfer von der Grube Ohligerzug bei Daaden, Revier Betzdorf a. d. Sieg** (Ebenda, S. 95—99, Sitzung vom 3. Juli 1882). Auf dem Brauneisenstein jener Grube findet sich Kupfer in kleinen Blättchen und dendritischen Bildungen. In den Hohlräumen einer Stufe zerfressenen, zelligen Brauneisensteins aber beobachtete der Verf. kleine zierliche Kupfer-Krystalle, die sich durch polysynthetische Zwillingsverwachsungen auszeichnen (ähnlich den von Strüver am Spinell beschriebenen, in dieser Zeitschrift **2**, 480), und zwar vornehmlich nach dreierlei Art:

1) Alle Individuen haben dieselbe Oktaëderfläche zur Zwillingsebene und die Zwillingsaxe ist allen gemeinsam, nach welcher die Krystalle meist stark verkürzt sind, wie in Fig. 1 (siehe umstehend).

2) Um ein Kernoktaëder gruppiren sich Zwillingsindividuen nach den vier Oktaëderflächen, selten so regelmässig ausgebildet wie in Fig. 2, sondern die

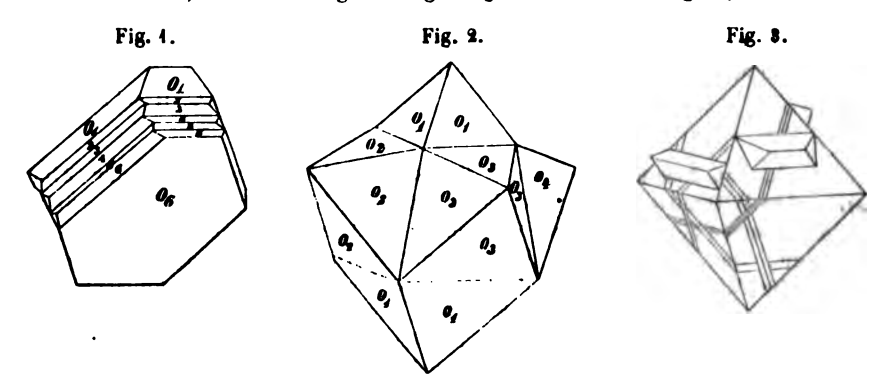


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

Zwillingsindividuen erscheinen verkürzt als eingeschaltete Lamellen und Streifen, wie in Fig. 3.

3) Alle Zwillingsaxen liegen in einer Dodekaëderfläche und die Zwillingsgruppen zeigen eine in sich zurücklaufende kreisförmige Anordnung der einzelnen Individuen. Durch fünf Oktaëder wird der Kreis bis auf einen Winkel von 7° 20′

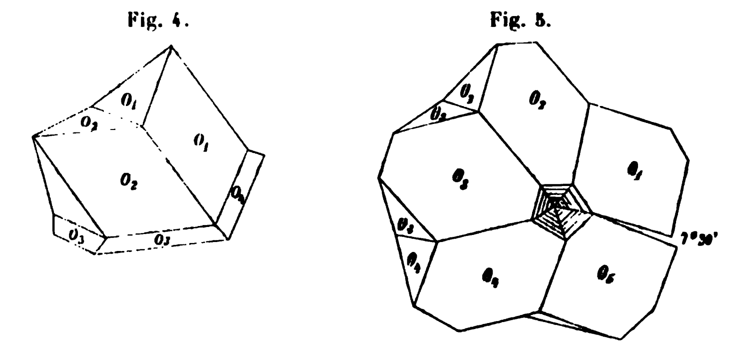


Fig. 4. Fig. 5.

ausgefüllt, wie in Fig. 5 und 6, letztere in gerader Projection auf die Ebene der Zwillingsaxen. Am häufigsten ist die Ausbildung wie in Fig. 4. Lagern sich den

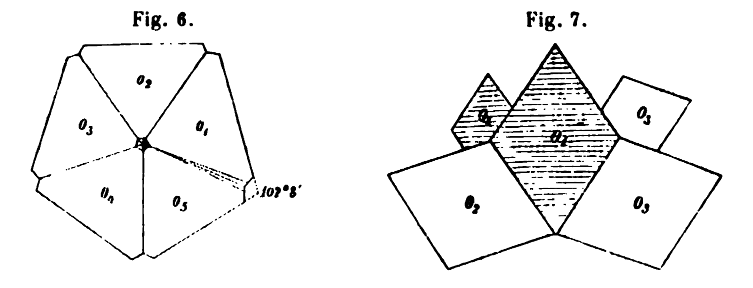


Fig. 6. Fig. 7.

einzelnen Oktaëdern noch kleinere Individuen in paralleler Stellung an, so entstehen Kammkies-ähnliche Gruppen, Fig. 7.

Die Combination verschiedener Arten der Zwillingsgruppirung erhöht die Manchfaltigkeit der Verwachsungen.

Am gleichen Fundort kommen in Hohlräumen des Brauneisensteins Krystalle von Manganspath vor, an denen der Verf. ausser den beiden von E. Weiss bereits (cf. Zeitschr. der d. geol. Ges. 1879, **31**, 801) angegebenen Skalenoëdern $(21\bar{3}1)R3$ und $(32\bar{5}1)R5$ auch noch $(50\bar{5}2)\frac{5}{2}R$, $(02\bar{2}1)-2R$ und $(0001)0R$ beobachtete. Ref.: C. Hintze.

11. Derselbe: Ueber einen ausgezeichneten Krystall von dunklem Osmiridium aus dem Ural (Ebenda, S. 99—100). Der Krystall, circa 2 mm gross, zeigt die Combination von $(10\bar{1}1)R$, $(01\bar{1}1)-R$, $(0001)0R$, $(10\bar{1}0)\infty R$, $(22\bar{4}3)\frac{4}{3}P2$ und noch eine nicht messbare, spitzere Pyramide II. Ordnung; die Pyramidenflächen gestreift, die Rhomboëderflächen matt, das Prisma glänzend, auf der Basis eine dreiseitige Vertiefung parallel den Flächen des Hauptrhomboëders.

Ref.: C. Hintze.

12. Derselbe: Ueber die Umrindungen von Granat, im Anschluss an A. Schrauf's: »Beiträge zur Kenntniss des Associationskreises der Magnesiasilicate« Zeitschr. für Krystallogr. **6**, 321 (Ebenda, S. 114—132). Der Verf. unterzog das von Schrauf beschriebene Mineral Kelyphit (cf. diese Zeitschr. **6**, 358) einer mikroskopischen Untersuchung, sowohl an Originalstücken von Křemže, südwestlich von Budweis in Böhmen, als auch Kelyphit-ähnliche Zonen um Granat von Greifendorf in Sachsen, aus dem Serpentin vom Col de Pertuis in den Vogesen und von Pargas in Finnland.

Die Rinde um die Pyropen von Křemže (der Original-Kelyphit) erwies sich im Dünnschliff braun durchscheinend und radialfaserig senkrecht zur Grenze gegen den Pyrop. Die einzelnen Fasern der Kelyphit-Rinde gehören einem schief-auslöschenden Mineral an; Schiefe der Auslöschung zur Längsaxe im Maximum 35—40°. Nirgendwo zeigt die Kelyphit-Zone die Erscheinung des charakteristischen Kreuzes radialfaseriger Aggregate von paralleler Orientirung. An den Ecken der Granat-Umrisse erscheint die Kelyphit-Zone selbst wie gespalten, und die Fasern gehen von einer Axe aus, die von der Ecke des Granats nach Aussen läuft. Dies, und das Auftreten einzelner grösser Körner von Diopsid am Rande zwischen Granat und Serpentin, gewissermassen die faserige Kelyphitsubstanz ersetzend, scheint schwer mit Schrauf's Erklärung vereinbar, dass die Kelyphit-Rinde als eine pyrogene Contact-Zone, als ein Schmelzproduct anzusehen sei. Der umgebende Serpentin bildet, durchzogen mit schwarzen Fäden von neu gebildetem Magnetit, ein gelbes Maschenwerk, welches klare Olivin-Reste umgiebt. Eine farblose bis lichtgrünliche Zone von körniger Structur zwischen Serpentin und Kelyphit, die von Schrauf als Olivin gedeutet wurde, erkannte der Verf. als aus einem augitischen Mineral bestehend, wahrscheinlich Chromdiopsid, mit Rücksicht auf den von Schrauf angegebenen Chromgehalt von 1,75 %. Neben diesen augitischen Körnern erscheinen auch Hornblende-Körnchen, unterschieden durch deutlichen Dichroismus.

Dem Kelyphit von Křemže steht am nächsten die Randzone um die Granaten im Serpentin von Greifendorf bei Böhrungen in Sachsen.

In den Dünnschliffen des Serpentin vom Col de Pertuis in den Vogesen zeigen die rundlichen Kelyphit-Querschnitte gar keinen Granatkern. Die äussere Zone enthält unzweifelhafte Reste von Diopsid und Hornblende; einzelne Stellen zeigen durch einheitliche Auslöschung der faserigen Zersetzungsproducte die Umrisse früherer Körner.

Am lehrreichsten erwies sich die Randzone um einen Granat (wahrscheinlich Magnesia-Thonerde-Granat) von fast 3 Zoll im Durchmesser und dem spec. Gewicht 3,4 aus dem grosskörnigen Kalkstein von Pargas in Finnland. Die 3—10 mm breite, feinfaserige Randzone geht nach Aussen in eine dunkelgrüne körnige Zone über, die zwar im Allgemeinen dem sogenannten Pargasit gleicht, aber wegen des Mangels an Spaltbarkeit und Pleochroismus keine Hornblende sein kann, sondern sich durch die mikroskopisch-optische Prüfung als Diopsid erwies. — Durch diese Beobachtung veranlasst, konnte der Verfasser constatiren, dass auch solcher grüner Augit makroskopisch reichlich mit Pargasit zusammen vorkommt, und bisher wohl vielfach mit dem Hornblende-Mineral verwechselt wurde. — Dünnschliffe der Rinde und der anliegenden Theile des Granats zeigten ein eigentümliches Gemenge von Diopsid, Hornblende, Vesuvian, Wollastonit, Calcit und Titanit, sowie nicht näher bestimmbaren Zersetzungsproducten. Der Diopsid bildet den überwiegenden Bestandtheil der Granatrinde, in zahlreichen gebogenen, lang keulenförmigen Stengeln, die wie Ausblühungen senkrecht von der Granatgrenze auslaufen, nach Aussen in reihenförmige Körner und schliesslich in jene regellos körnige Zone übergehend. Diopsid herrscht auch in den Adern vor, welche den Granat durchziehen. Calcit erscheint als Grundmasse. Die Bildung des Calcits, die unzweifelhaft gleichzeitig mit der des Diopsids und der anderen Mineralien erfolgte, schliesst eine pyrogene Entstehung der Rinde aus.

Das Resultat seiner Untersuchung verallgemeinert der Verf. wie folgt: »Die radialfaserigen Rinden um Granat, für welche der die nuss-schalenartige Umhüllung bezeichnende Name Kelyphit Schrauf's Giltigkeit behalten mag, sind keineswegs alle gleichartig zusammengesetzt oder entsprechen irgendwie einem chemisch oder krystallographisch individualisirten Minerale; aber für alle ist gemeinsam, dass der Ausgang zu ihrer Bildung in einer Verwachsung von Mineralien der Pyroxen-Amphibolgruppe um Granatkerne zu sehen ist, sei es, dass schon mit dieser Verwachsung eine ursprüngliche radialstängelige und faserige Structur verbunden war, oder dass dieselbe sich erst durch eine in der Umwandelung der ursprünglichen Pyroxen-Amphibolzone bedingte Ausfransung und Faserung secundär vollkommener entwickelte. — Eine eigenartige, durch pyrogene Einschmelzung bestimmter Aequivalente von Granat und Olivin entstandene Mineralsubstanz ist der Kelyphit jedenfalls nicht.«

Auch ergiebt der Vergleich der von Schrauf mitgetheilten Analyse des Chromdiopsid von Křemže mit der Analyse der Kelyphit-Substanz, dass die Aenderung in der chemischen Beschaffenheit durchaus den anderweitig erkannten Umwandelungsvorgängen von Augit oder Hornblende entspricht: Austreten von Kalk und Alkalien, Anreicherung von Magnesia und Thonerde, Abnahme von Kieselsäure, Aufnahme von Wasser.

Zur Vergleichung wurden auch wirklich angeschmolzene Granaten in einem Cordieritgneiss-Auswürfling vom Laacher See mikroskopisch studirt*). Hier sind die Granaten durchzogen von einem Netzwerk brauner Glasmasse, mit zahlreichen langgestreckten Luftblasen. Im Centrum der Krystalle ist die Glasmasse am reichlichsten und scheint von dort auszustrahlen. Eine äussere, zusammenhängende eigentliche Schmelzrinde findet sich nicht, sondern immer nur einzelne sehr schmale Partien, die mit der Glasmasse im Gesteinsgemenge zusammenhängen. Eine Analogie mit der Kelyphit-Rinde ist also durchaus nicht vorhanden.

Ref.: C. Hintze.

*) Die bei dieser Gelegenheit beobachteten Cordierit-Zwillinge sind vom Herrn Verf. bereits für sich im vorhergehenden Hefte dieser Zeitschrift 8, 76—80 beschrieben worden.

13. A. Cossa (in Turin): **Hieratit, ein neues Mineral** (Sulla Hieratite nuova specie mineralogica. Accad. Lincei [3], 1881/82, Transunti, **6**, 141, Febraio 1882, auch Cptes. rend. Acad. Paris **94**, 457 und Bull. Soc. min. de France, 1882, 61). — Im Anschluss an eine frühere Mittheilung über Salze von der Insel Vulcano (Lipari) — vergl. diese Zeitschr. **2**, 509 — berichtet der Verf. über weitere Mineralien der Insel. In der Tiefe der Fossa di Vulcano, in der Nähe der Fumarolen-Mündungen, finden sich stalaktische Concretionen von aschgrauer Farbe, die Trachyt- und Lavastücke zu einem Tuff cementiren, von Adern selenhaltigen Schwefels, Realgars, sowie von Ammonium- und Eisenchlorid-Efflorescenzen durchzogen sind und zum Theil an gewisse glasige Varietäten des Kieselzinkerzes erinnern. Mit der Lupe erkennt man deutlich Tafeln von Borsäure, sowie kleine oktaëdrische Kryställchen. Diese Concretionen sind zu Vierfünftel in kochendem Wasser löslich, aus welchem in der Kälte dann sich ein gelatinöser, später krystallinisch werdender Niederschlag absetzt. Letzterer besteht aus isotropen Krystallen — Hexaëder mit untergeordnetem Oktaëder — die, wie die Analyse zeigte, der, in der Natur noch nicht beobachteten, Verbindung $2KFl, SiFl_4$ angehören. Verf. schlägt vor, sie nach dem altgriechischen Namen für Vulcano — Hiera — Hieratit zu bezeichnen. Drei Kilogramm der Concretionen lieferten 200 g des reinen Salzes. Die mit dem Hieratit associirten Verbindungen sind: Selenschwefel, Realgar, die Alaune von Kalium, Cäsium, Rubidium, ferner Thenardit, Glauberit, Borsäure, ausserdem in Wasser lösliche Verbindungen von Arsen, Eisen, Thallium (wahrscheinlich als Alaun), Zink, Zinn (wahrscheinlich als Fluostannat von Alkalien), Blei, Wismuth, Kupfer, von denen einige noch niemals früher als vulkanische Producte gefunden worden sind. Alle erwähnten Körper sind in solchen Quantitäten vorhanden, dass sie genaue Trennungen gestatten.

Ref.: A. Arzruni.

14. Derselbe: Yttrium im Titanit des Biellesischen Syenit (Accad. Lincei [3], 1882/83. Transunti **7**, 34, dicembre 1882). Nach Verfassers Versuchen sind die Metalle der Yttrium-, sowie der Cer-Gruppe in dem genannten Titanit enthalten und betragen zusammen bis 2,30 % der Oxyde. Damit wird eine noch grössere Analogie zwischen dem Syenit vom Biellese und denen vom Plauenschen Grunde und aus Schweden erwiesen. Es ist dies zugleich ein Beweis für eine grössere Verbreitung dieser seltenen Metalle, als bisher angenommen wurde, und für ihr Zusammenvorkommen mit Calciumverbindungen, was zur Bestimmung der Valenz dieser Metalle verwerthet werden kann. Verf. stellt eine eingehendere Mittheilung in Aussicht.

Ref.: A. Arzruni.

15. P. Hautefeuille und **J. Margottet** (in Paris): **Künstliche Darstellung der Kieselsäure und von Lithiumsilicaten** (Sur la silice et les silicates de lithine. Bull. Soc. min. de France **4**, 241, 1881). Synthetische Versuche über Lithiumsilicate, welche als Fortsetzung früherer von Herrn Hautefeuille unternommener (vergl. diese Zeitschr. **5**, 412, 1881) zu betrachten sind, führten die Verff. zur Darstellung von drei neuen Verbindungen, die zwar in der Natur nicht bekannt sind, sich aber ihren Eigenschaften nach an natürliche Silicate anschliessen. Das eine, ein Singulosilicat, Li_4SiO_4, ist wahrscheinlich mit Olivin isomorph und, ob glasig oder krystallisirt, wie dieser durch die schwächsten Säuren leicht zer-

setzbar. Das zweite — ein Bisilicat, Li_2SiO_3, leistet im Gegentheil den Säuren Widerstand wie etwa Hypersthen. Die dritte Verbindung endlich, ohne Analoga unter den Mineralien, $Li_2Si_5O_{11}$, wird selbst von concentrirten Säuren nicht angegriffen. Alle drei Salze sind fast ebenso schwer schmelzbar wie Magnesiumsilicate. Bei hohen Temperaturen schmelzen sie unter Absorption von Gasen, die sie beim Auskrystallisiren wieder frei werden lassen, was blos durch plötzliches Erkalten verhindert wird. Analoge Erscheinungen beobachteten die Verff. bei Magnesiumsilicaten, bei sauren Alkalisilicaten und selbst bei der Kieselsäure. Es scheint also die Absorptionsfähigkeit für Gase eine der Kieselsäure eigenthümliche Eigenschaft zu sein (vergl. u. A.: A. Scacchi's Beobachtungen, diese Zeitschr. 7, 630, 1883), die in deren verschiedensten Verbindungen erhalten bleibt. Die Darstellung im krystallisirten Zustande beruht auf dem von Herrn Hautefeuille bereits mehrfach angewandten Princip der mineralbildenden Wirkung (action minéralisatrice) der geschmolzenen Chloride.

Li_4SiO_4. Krystallform rhombisch, an hexagonale Symmetrie erinnernd. Prisma von 61°. Krystalle durchsichtig, wasserhell oder schwach gelblich; Flächen spiegelnd. Längere Zeit unter Wasser gehalten, werden die Krystalle oberflächlich trübe. Kochendes Wasser wird in Berührung mit ihnen alkalisch und hinterlässt einen Rückstand von Kieselsäure. Die Verff. meinen, dass die Verbindung sich vielleicht in der Nähe derjenigen Thermen finden dürfte, in welchen die Gegenwart von Magnesium, Lithium und Kieselsäure nachgewiesen worden ist.

Li_2SiO_3 entsteht bereits bei Anwendung geringer Mengen Chlorlithiums, während grössere die Bildung von Krystallen fördern. Diese sind langprismatisch, rhombisch (Winkel 59° 30′) mit hexagonalem Habitus. Die Analyse gab: SiO_2 = 66, Li_2O = 33, Summa = 99 %.

$Li_2Si_5O_{11}$ ist das sauerste aller bisher bekannt gewordenen einfachen Silicate. Es enthält blos 9 % Li_2O. Die Krystalle sind feine, verflachte, perlmutterglänzende Nadeln oder dünne, ziemlich grosse, wie Glimmer biegsame Tafeln mit rechteckigen Anwachsschichten. Beim Biegen entstehen zwei rechtwinkelige Spaltungsdurchgänge; eine dritte Spaltungsrichtung geht parallel der Tafelfläche. Ausserdem sind noch zwei Spaltbarkeiten, die Rhomben liefern, vorhanden. Mit den beiden ersten fallen die Auslöschungsrichtungen zusammen. Die Krystalle sind wahrscheinlich rhombisch. Sie lassen sich schwer mit einer Nadel ritzen.

Das Chlorlithium, welches die genannten Silicate erzeugt, bewirkt auch die Bildung von Tridymit, Quarz und wahrscheinlich von Zirkon. Den Tridymit in hexagonalen Tafeln erhält man bei heller Rothgluth durch Chlorlithium, während der Quarz in Prismen mit der Doppelpyramide bei einer niederen Temperatur, derjenigen des Schmelzens des Silbers, entsteht. Somit zeigt es sich, dass die Kieselsäure auch in Gegenwart eines geschmolzenen Chlorids die Gestalt des Quarzes annehmen kann. Es zeigte sich ferner, dass, während die Chloride des Kaliums und Natriums in keiner Weise die Bildung von Tridymit begünstigen, es anderentheils Magnesium- und Calciumchlorid, unter gleichzeitiger Bildung von Silicaten thun. Das Chlorlithium, ohne Beimengung von Oxyd, ist ein schwaches mineralbildendes Mittel; die Quantität des Oxyds resp. Oxychlorids bedingt die Zusammensetzung des sich bildenden Silicats. Je grösser die Menge des Oxychlorids (was durch Verflüchtigung des Chlorids oder Einwirkung von Wasserdampf bedingt sein kann), um so merklicher wird der bereits abgeschiedene Quarz angegriffen; die Kanten seiner Krystalle runden sich ab. Die nächste Ausscheidung besteht aus $Li_2Si_5O_{11}$, welches sehr beständig ist, so dass die weniger

saueren Lithiumsilicate sich nicht auf dessen Kosten bilden. — Ohne Zusatz von Fluoraluminium gelingt es nicht, Lithiumaluminiumsilicate zu erhalten: es bilden sich in Gegenwart von Thonerde die erwähnten einfachen Lithiumsilicate und selbst die Ausscheidung von Kieselsäure wird dadurch nicht gehemmt.

Ref.: A. Arzruni.

16. **Baret** (in Nantes): **Fibrolith aus dem Gneiss der Basse-Loire** (Fibrolite dans les gneiss de la Basse-Loire. Bull. Soc. min. de France **4**, 253, 1881). Die Gneisse besitzen zwischen Couëron und Nantes eine grosse Verbreitung; sie führen hellen und dunklen Glimmer, zum Theil viel Chlorit; daneben auch Fibrolith in dünnen, durchsichtigen, zum Theil etwas violett gefärbten Lamellen, welche Talk interponirt enthalten. Dasselbe Mineral fand sich auch vielorts z. B. in dem Gneisse von St. Nazaire u. s. w. Bei Oudon (Loire-Inférieure) fand Verf. Oligoklas in einem Diallag-führenden Diorit.

Ref.: A. Arzruni.

17. **A. Des Cloizeaux** (in Paris): **Ueber Fibrolith und Haydenit** (Note sur la Fibrolite d'Auvergne et la Haydénite de Baltimore et sur de très petits diamants du Brésil. Bull. Soc. min. de France **4**, 257, 1881). Der Fibrolith von Pontgibaud, senkrecht zu der Längsrichtung der Fasern geschliffen, zeigt $2E = 35^0$ bis 40^0 für weisses Licht, mit starker Dispersion $\varrho > v$. Die Mittellinie ist positiv. Dieselben Charaktere beobachtete Verf. beim Sillimanit von Nord-Amerika, beim Monrolith, Bucholzit, Bamlit etc. Somit ist der Fibrolith mit denselben zu vereinigen. — Den Haydenit hatte Verf. zum Chabasit gestellt (Man. de min.). Die kleinen Krystalle gestatteten damals aber blos die Beobachtung ihrer schwachen Doppelbrechung. Mit dem Bertrand'schen Mikroskop sieht man in einer zur optischen Axe senkrechten Platte ein stark dislocirtes Kreuz und erkennt den positiven Charakter der Doppelbrechung, welcher demjenigen des Chabasits entgegengesetzt ist, jedoch vom Verf. bei Andreasberger mit Basalflächen versehenen Krystallen beobachtet und in seinem Manuel erwähnt worden ist.

Ref.: A. Arzruni.

18. **A. Brun** (in Genf): **Bleiglanz vom Mont-Blanc** (Lettre à Mr. Friedel. Bull. Soc. min. de France **4**, 260, 1881). Verf. fand am Fusse der Grandes-Jorasse auf dem Leschant-Gletscher ein Stück krystallisirten Bleiglanzes von 15 g Gewicht, neben Quarz auf einem Protoginblock. Es ist ein Zwilling nach (111) der Combination (111 . 100). Die Flächen sind matt. Die Spaltbarkeit nach (111) wie bei den Bleiglanzen von Habach und Pennsylvanien. Die Spaltflächen, sehr glänzend, aber uneben, gaben die Winkelwerthe 71^0, resp. $70^0\,40'$. Spec. Gewicht = 7,67. Allmählich bis zur Rothgluth erwärmt decrepitirt der Krystall nicht. Die Analyse erwies 1% Schwefelwismuth und Spuren von Eisen. — Herr Josiah Cooke (Cambridge Mass. V. St. A.) bemerkt, dass seinen (im Am. Journ. sci. veröffentlichten) Versuchen nach, hexaëdrisch spaltbarer Bleiglanz, einem starken Drucke unterworfen, ein Pulver liefert, welches unter dem Mikroskop aus oktaëdrischen Krystallen bestehend sich erweist. Ref.: A. Arzruni.

19. **D. Ingermann** (in Paris): **Künstliche Krystalle** (Sur quelques cristallisations remarquables. Bull. Soc. min. de France **4**, 269, 1881). Dem Verf.

ist es gelungen, das Magnesiumdithionat mit dem entsprechenden Zinksalze (letzteres ist nach Topsöe asymmetrisch) zum Zusammenkrystallisiren zu bringen und also die Isomorphie beider Verbindungen: $MgS_2O_6 + 6H_2O$ und $ZnS_2O_6 + 6H_2O$ nachzuweisen*). Beide sind in concentrirten Lösungen sehr hygroskopisch, dagegen in Krystallen ziemlich beständig an der Luft, ja sie verwittern sogar im Exsiccator unter Abgabe von geringen Mengen Schwefelsäure-Anhydrid, indem sie nach und nach in die Sulfate übergehen, was bei 80° ziemlich rasch stattfindet. — Bei Kaliumchlorid wurde die bisher blos [? der Ref.] bei Chlornatrium bekannte Wachsthumsform — vierflächige hohle Pyramiden (trémies) — beobachtet, auch vierstrahlige Sterne. Beim Zinnchlorürmetaphenylendiamin $(C_6H_4(NH_4)_2(HCl)_2SnCl_2)$ gruppiren sich die Krystalle radial; ebenso bei der Chlorwasserstoffverbindung des Metaphenylendiamin.

Ref.: A. Arzruni.

20. F. Gonnard (in Lyon): **Gedrit im Gneiss von Beaunan** (De l'existence d'une variété de Gédrite dans le gneiss de Beaunan près Lyon. Bull. Soc. min. de France 4, 273, 1881). Das Mineral, dem Anthophyllit von Hermannschlag sehr ähnlich, bildet Mandeln, die von Glimmer umgeben sind. Farbe strohgelb bis braun; leichte Spaltbarkeit nach einer Richtung; bei zersetzten Partieen — Seidenglanz. Spec. Gewicht = 2,9—3. Der in HCl lösliche Theil enthält nach Herrn Damour's Versuchen viel Eisenoxyd und Magnesia, etwas Thonerde, eine Spur Kalk. Schwer schmelzbar.

Ref.: A. Arzruni.

21. E. Bertrand (in Paris): **Mikroskopische Beobachtungen** (Sur les cristaux pseudo-cubiques. Bull. Soc. min. de France 4, 237, 1881. Propriétés optiques de la Beudantite et de la Pharmacosidérite. Ebenda, 255). Verf. hebt die Neigung mancher Substanzen hervor, sich in Zwillingen um einen Punkt zu gruppiren und führt als Beispiele an: den Aragonit, Alexandrit (Drillinge); Mesolith, Chiastolith, Harmotom (Vierlinge); den Markasit [Fünflinge — ? der Ref.]; den Witherit und die ihm isomorphen Carbonate, den Chrysoberyll, den Lévyn [giebt es überhaupt einen Lévyn? wo sind die Originale? Ref.], den Klinochlor [? der Ref.], den Villarsit, den Phenakit [? der Ref.] (Sechslinge); den Rutil, Orthoklas, Harmotom (Achtlinge); den Alstonit (Zwölflinge) [? der Ref.]. Verf. erinnert ferner an die rhomboëdrischen Vierlinge des Eulytin, die tetragonalen Sechslinge von Analcim und Melanophlogit u. s. w., die sämmtlich um einen Punkt symmetrisch gruppirt sind im Gegensatze zu solchen Zwillingen, die eine Gerade oder eine Fläche gemeinschaftlich haben. Endlich wird als neue Beobachtung angeführt, dass der Roméïn aus acht ebenfalls um einen gemeinschaftlichen Punkt sich schaarenden Rhomboëdern von 90° besteht. [Die Ansicht des Verf. theilt Ref. nicht und möchte hier blos hervorheben, dass es immerhin merkwürdig ist, wenn diese sogenannten Zwillinge und Viellinge sämmtlich Winkel von entweder 90° oder 120° oder 109° 28′ aufweisen! der Ref.] Werthvoll ist die Beobach-

*) Es scheint aber ein Versehen zu sein, wenn Verf. die Bezeichnung chemisch-isomorph zum Unterschied von optisch- oder krystallographisch-isomorph Herrn Lecoq de Boisbaudran zuschreibt. Herr Lecoq steht auf dem richtigen Standpunkt, dass er unter Isomorphie das versteht, was verstanden werden soll — die Gesammtheit der geometrischen und chemischen Analogieen. Die Parcellirung der Isomorphie ist von einer anderen Seite geschehen. Der Ref.

tung, dass der Eudnophit sich als zweiaxig erweist und, wie Herrn Damour's neue Analyse nochmals bestätigt, die gleiche Zusammensetzung mit Analcim besitzt. Die Analyse lieferte nämlich:

Kieselsäure	54,00
Thonerde	24,00
Natron	13,51
Wasser und Flüchtiges	8,38
	99,89

Spec. Gewicht = 2,277.

Der Beudantit zeigt im Rhomboëderwinkel einige Differenzen von einem Fundort zum anderen. Dauber fand bei Krystallen von Horhausen: 91° 48′ (Lévy 92° 30′), von Cork: 91° 18′, von Dernbach: 91° 9′ (Herr Des Cloizeaux 91° 30′—91° 40′). Verfassers optische Versuche zeigten, dass alle Vorkommnisse ident, optisch-einaxig und positiv sind. Ihr Unterschied ist ein chemischer und rührt von wechselnden Mengenverhältnissen der Phosphor- und der Arsensäure her, ausserdem variirt die Quantität der Schwefelsäure. Es sind also die Namen Corkit, Dernbachit u. a. als Synonyma von Beudantit aufzufassen. — Mit dem Beudantit kommt aber auch Pharmakosiderit vor, der zu den aus sechs Theilkrystallen zusammengesetzten »pseudocubischen« Aggregaten gehört. Das System der Theilkrystalle hat Verf. noch nicht bestimmt.

Ref.: A. Arzruni.

22. **L. Ricciardi** (in Catania): **Analysen einiger Mineralien aus Aetnäischen Laven** (Ricerche chimiche sulle lave dei dintorni di Catania. Gazz. chim. ital. 1881, 138—165). Die Analysen beziehen sich auf einen Labrador (I.) einen Augit von den Monti Rossi (II.) und einen Olivin (III.). Leider sind die näheren Fundorte für I. und III. nicht angegeben. Die Analysen stimmen gut mit solchen von S. von Waltershausen überein, welche Verf. zum Vergleich auch angeführt hat.

	I.		II.		III.
SiO_2	53,33		48,48		41,06
Al_2O_3	26,13		7,02		0,68
Fe_2O_3	2,87	FeO	12,87	FeO	10,13
CaO	10,34		19,08		—
MnO	0,59		0,65		—
MgO	1,64		11,08		46,83
Na_2O	3,97		—		—
K_2O	0,51		—		—
H_2O	0,84		0,17		1,33
	100,22		99,35		100,03
Spec. Gewicht =	2,628		2,935.		

Ref.: A. Arzruni.

23. **L. Ricciardi** und **S. Speciale** (in Catania): **Analysen von Mineralien aus sicilianischen Basalten** (I basalti della Sicilia. Gazz. chim. ital. 1881, 359—392). I. Analcim aus dem Basalt von den Cyclopenfelsen; II. Phillipsit aus dem Palagonittuff von Aci Castello. Die Verff. vergleichen ihre Resultate mit denen von S. von Waltershausen, resp. von Herrn W. Fresenius.

28. G. La Valle und R. Panebianco (in Rom): **Chloroplatinat des Monobrompyridins aus Pyrrol und aus Pyridin** (aus: G. L. Ciamician e M. Dennstedt, Studi sui composti della serie del pirrolo. Trasformazione del pirrolo in piridina. Gazz. chim. ital. 1882, 211—223).

Formel: $(C_5H_4Br.NHCl)_2 + PtCl_4 + 2H_2O$.

Krystallsystem — monosymmetrisch; $a : b : c = 1,20735 : 1 : 1,18815$; $\beta = 70^0\ 53'\ 6''$. Beobachtete Formen: 110, 101, 001, $\bar{1}01$, $\bar{3}02$, 011.

	La Valle beobachtet*):	Berechnet:	R. Panebianco beobachtet**):
110 . $\bar{1}10$	82°28' 30"	—	82°33'
101 . 110	57 40	—	—
$\bar{1}01$. $\bar{1}10$	67 54 30	—	67 55
011 . 110	45 54	45° 9' 42"	—
$\bar{1}01$. 011	66 11 50	66 55 47	—
101 . 011	56 55 30	57 2 15	—
001 . $\bar{3}02$	71 8	69 40 30	—
001 . 011	47 53	48 18 20	—
001 . 101	35 27	35 7	—

Auf beiderlei Weise dargestellt, zeigen die Krystalle eine vollkommene Spaltbarkeit nach (110), eine unvollkommene nach ($\bar{1}01$); eine Auslöschungsrichtung auf (110) fast parallel der Verticalaxe. Farbe honiggelb. — Die Substanz ist mit der analogen Chlorverbindung isomorph (vergl. diese Zeitschr. 6, 284, 1882, wo es, in Folge neuer Analysen der Herren Ciamician und Dennstedt heissen soll: $(C_5H_4Cl.NHCl)_2 + PtCl_4 + 2H_2O$ statt: $(C_5H_4Cl.NHCl)_2 + PtCl_4 + H_2O$. Die zweite Molekel H_2O ist anfänglich übersehen worden, da der Körper das Krystallwasser an der Luft leicht abgiebt).

Cl-Verbindung $a : b : c = 1,1966 : 1 : 1,1718$, $\beta = 70^0\ 12'$
Br- - $= 1,20735 : 1 : 1,18815$, $\beta = 70\ 53$.

Die Formen 001, $\bar{3}02$ des zweiten Körpers kommen bei dem ersten nicht vor.

Ref.: A. Arzruni.

29. R. Panebianco (in Rom): **Derivate des Pyrokolls** (aus: G. L. Ciamician e L. Danesi, Studio sui composti della serie del pirolo. I derivati della pirocolla. Gazz. chim. ital. 1882, 28—42). — Perchlorpyrokoll, $C_{10}Cl_6N_2O_2$. Krystallsystem — asymmetrisch. Habitus tafelförmig nach [100]. Gemessen wurde:

001 . 010 = 44° 22', 001 . 100 = 78° 49', 010 . 100 = 92° 5'.

Spaltbarkeit vollkommen nach (001). In der Ebene (100) eine Auslöschungsrichtung fast parallel der Kante [100 . 001]. Deutlicher Dichroismus: strohgelb und orangegelb.

$C_{10}Cl_{10}N_2O$. Krystallsystem — rhombisch;

$a : b : c = 0,45327 : 1 : 0,27107$***).

*) Aus Pyrrol, dargestellt von den Herren Ciamician und Dennstedt.

**) Aus Pyridin, dargestellt von Herrn Danesi.

***) Oder $a : b : c = 1 : 2,20620 : 0,59803$, wenn $a = 1$, wie im Original. Darin ist irrthümlich $c = 0,61196$ angegeben. Die Erklärung dieses Versehens liegt wohl darin, dass log $c = 9,786725$ statt $= 9,776725$ berechnet wurde. Der Ref.

Beobachtete Formen: (010), (110), (011), (001).

010 . 011 = 74° 50′
010 . 110 = 65 37

Krystalle äusserst dünn, tafelartig nach (010).

C_5H_7NO. Krystallsystem — monosymmetrisch.

$a : b : c = 0,73505 : 1 : 0,66191, \beta = 77° 49' 10'$.

Beobachtete Formen: (110), (001), ($\bar{1}$11). Gemessen wurde:

110 . 001 = 80° 8′
110 . 1$\bar{1}$0 = 71 23
001 . $\bar{1}$11 = 53 27

Krystalle farblos. Eine Auslöschungsrichtung bildet mit der Axe $+a$ circa 6° im stumpfen Winkel β, also mit $+c$ in demselben Winkel fast ebenso viel, d. h. 6° 10′ 50″. — Durch die Fläche (001) ein Büschel sichtbar. Doppelbrechung negativ. Geneigte Dispersion mit $\varrho < v$. [Also optische Axenebene — Symmetrieebene. Der Ref.]

Ref.: A. Arzruni.

80. A. Daubrée (in Paris): **Kupferglanz aus antiken Medaillen** (Cuivre sulfuré cristallisé — cupréine — formé aux dépens de médailles antiques, en dehors de sources thermales à Flines-les-Roches, département du Nord. Cptes. rend. **93**, 572, 1881). Ein Teich klaren Wassers von circa 300 m Durchmesser und von unbekannter Tiefe, genannt Mer-de-Flines, Canton Douai, Dép. du Nord, dessen Boden aus tertiären Sanden mit schwarzer Asche und Pyrit besteht, beherbergt Münzen und Medaillen, welche im Alterthum hineingeworfen wurden, da der Teich Gegenstand eines Cultus war. Diese Medaillen sind häufig mit krystallisirtem Kupferglanz bedeckt, der auf ihre Kosten entstand und der, bei sechsseitigen Umrissen, die charakteristische Streifung zeigt. Das Wasser des Teiches, von Hrn. Carnot analysirt, erwies sich als vollkommen frei von Schwefelwasserstoff und von Sulfiden, so dass die Bildung des Schwefelkupfers durch Reduction der gelösten Sulfate durch organische Substanzen erfolgt ist. Die Bildung von Kupferglanz ausserhalb warmer Quellen, bei niederer Temperatur ist eine bisher nicht beobachtet gewesene Thatsache.

Ref.: A. Arzruni.

81. Varenne (in Paris): **Bromchromhydrat** (Sur un hydrate du bromure chromique. Cptes. rend. **93**, 727, 1881). Eine heisse concentrirte Lösung von Kalium- oder Ammonium-Trichromat, der Einwirkung von verdünnter Bromwasserstoffsäure unterworfen und sich selbst bei 0° überlassen, setzt nach einigen Stunden schöne violette Krystalle ab, deren wässerige Lösung grün ist. Sie sind isotrop und zeigen die Combination des Würfels mit dem untergeordneten Oktaëder. Herr Wyrouboff fand:

111 . 1$\bar{1}$1 70° 31′, berechnet 70° 32′
100 . 111 54 41 , - 54 44.

Bei 110° verlieren die Krystalle ihr Wasser und werden grün; bei 200° in Berührung mit Luft, liefern sie zunächst ein hellgrünes Oxybromür und schliesslich

Chromoxyd. — Bei einer Temperatur höher als 0⁰ entstehen keine Krystalle. Nach Entfernung des Krystallwassers lieferte die Analyse:

		Berechnet für Cr_2Br_6
Cr	17,80	17,81
Br	82,15	82,19

Die Wasserbestimmung führte zu der Formel

$$Cr_2Br_6 + 16H_2O.$$

Ref.: A. Arzruni.

82. Stan. Meunier (in Paris): **Künstlicher Olivin entstanden bei Gegenwart von Wasserdampf bei normalem Druck** (Peridot artificiel en présence de la vapeur d'eau à la pression ordinaire. Cptes. rend. **98,** 737, 1881). Die Methode besteht in gleichzeitiger Einwirkung von Rothglühhitze, von Wasserdampf und Chlorsilicium-Dampf auf das zu silicirende Metall. So entsteht Enstatit in ebensolchen fächerförmigen, radialfaserigen Aggregaten, wie der natürliche, was besonders hervorzuheben ist, »weil es ein entscheidendes Argument gegen die Illusion mancher Beobachter liefert, die, wie z. B. Herr Otto Hahn, diesen Krystallbündeln, welche in gewissen Meteoriten zahlreich auftreten, einen organischen Ursprung zuschreiben. Für sie sind es Crinoïden und Korallen. Es ist zu bemerken, dass diese vermeintlichen Organismen mit allen ihren Charakteren in einem Porzellanrohr bei Rothgluth entstehen!« Ausser dem Enstatit werden gleichzeitig erhalten: die freie Kieselsäure, Magnesia, Silicium in Nadeln, Kieselmagnesium, Chlormagnesium, endlich eine wie der Olivin durch kochende Salzsäure angreifbare Substanz, die gallertartige Kieselsäure abscheidet und Magnesia an die Lösung abgiebt. Lebhafte Polarisationsfarben, gerundete Gestalt der kaum 0,004 mm erreichenden Körner, die häufig Gaseinschlüsse enthalten — sind deren ferneren Charaktere. — Bei manchen Versuchen ist dieses Olivin-Mineral das herrschende gewesen.

Ref.: A. Arzruni.

83. J. Riban (in Paris): **Bildung von krystallisirtem Cerussit, einigen Metalloxyden und Metallen auf nassem Wege** (Sur la décompositions des formiates métalliques en presence de l'eau. Production de quelques espèces minérales cristallisées. Cptes. rend. **98,** 1023, 1881. — Sur la décomposition de quelques acétates métalliques en présence de l'eau. Production d'espèces minerales cristallisées. Ebenda 1140). — Werden Formiate von Metallen in luftfreien zugeschmolzenen Röhren in Gegenwart von Wasser auf 175⁰ (in manchen Fällen auf 100⁰) erhitzt, so zersetzen sie sich meistens in Wasserstoff, Kohlensäure, Kohlenoxyd und setzen das Metalloxyd resp. das Metall selbst ab. Die Salze des Kaliums, Natriums und Baryums werden nicht angegriffen. Von allen anderen abweichend verhält sich das Bleisalz. Nach 75 stündigem Erhitzen setzt sich $PbCO_3$ ab, in rhombischen Krystallen von sechsseitigprismatischem Habitus, deren Winkel mit denen des natürlichen Cerussites übereinstimmen. — In derselben Weise behandelte Verf. auch Acetate verschiedener Metalle. Das Uransalz lieferte ihm krystallisirtes UO_3, $2H_2O$ in kurzen hexagonalen Prismen oder Tafeln. Das System wurde sowohl durch Messung, welche für den Prismenwinkel genau 60⁰ ergab, wie durch das optische Verhalten nachgewiesen. Das Kupfersalz (5⁰/₀ des Salzes wurde in die Lösung gebracht) setzte nach 70—100 stündigem Erhitzen oktaëdri-

sche und kubooktaëdrische Krystalle des Kupferoxyduls ab. Dasselbe entsteht auch und zwar in langgezogenen, verzerrten Krystallen der Combination 111, 100, 110 in einer stark essigsauren Lösung aus schwarzem Kupferoxyd. Wird die Wärmewirkung fortgesetzt, so entsteht daraus metallisches Kupfer. Die Acetate von Quecksilber und Silber geben die gediegenen Metalle, das Silber in Krystallen, neben denen auch drahtförmiges.

Ref.: A. Arzruni.

34. Lecoq de Boisbaudran (in Cognac): **Krystallisirtes Galliumoxychlorid** (Oxychlorure de gallium cristallisé. Cptes. rend. **94**, 695, 1882). Ein im Jahre 1878 dargestelltes und in einer zugeschmolzenen Röhre aufbewahrtes Präparat von gallertartigem Oxychlorid des Galliums fand Verf. im Sommer 1881 in eine aus sehr kleinen Krystallen bestehende Masse umgewandelt. Unter dem Mikroskop erkannte er, dass sie aus einfachbrechenden, vom Würfel abgestumpften Oktaëdern besteht. Die mit 0,0975 g ausgeführte Analyse führte zur Formel $Ga_6 O_6 Cl_6 + 14$ aq.

	Versuch:	Theorie:
Ga	43,58	42,76
Cl	20,10	21,73
O	10,46	9,80
H_2O	25,64	25,71
	99,78	100,00

Ref.: A. Arzruni.

35. F. Parmentier (in Paris): **Bildung von Korund und Haematit** (Action du bimolybdate de potasse sur quelques oxydes. Production du corindon et du fer oligiste. Cptes. rend. **94**, 1713, 1882). Werden Thonerde, Eisenoxyd oder Chromoxyd mit Kaliumbimolybdat in zugeschmolzenen Röhren bei 150° in Gegenwart von Wasser erhitzt, so bilden sich durch Wasser leicht zersetzbare und in saurere Verbindungen übergehende Doppelsalze. Dieselben Salze erhält man auch durch Zusammenschmelzen von geglühtem Eisenoxyd resp. Thonerde mit dem Kaliumbimolybdat, während Chromoxyd auf diesem Wege die analoge Verbindung nicht liefert. Wird die Temperatur erhöht, so zersetzen sich die Doppelsalze unter Abscheidung von Korund in Tridymit-ähnlichen Täfelchen, resp. von Eisenglanz, und zwar in um so bedeutenderer Menge, je höher die Temperatur. Bei fallender Temperatur lösen sich die Oxyde wieder etwas auf. Es erinnert die Erscheinung an die Bildung und Wiederauflösung von Krystallen in Lösungen bei Temperaturschwankungen, nur dass im gegenwärtigen Falle nicht Löslichkeitsveränderungen, sondern abwechselnd Bildung und Zerfallen einer Verbindung wirksam ist. Aehnliche Vorgänge dürften wohl auch bei der Bildung von Mineralien thätig sein und in manchen Fällen eine Rückkehr zu den Ausgangsbedingungen hervorrufen.

Ref.: A. Arzruni.

36. F. Klockmann (in Berlin): **Beitrag zur Kenntniss der granitischen Gesteine des Riesengebirges** (Inaug.-Diss. der Univ. Rostock; Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1822, **34**, 373—426). Die vom Verf. in dieser Zeitschr. **6**, 493 beschriebenen Orthoklaszwillinge aus dem Riesengebirge, speciell vom Scholzen-

berge, lieferten bei der mikroskopischen Untersuchung folgende Resultate: In Schliffen nach $P(001)$ zeigt sich die Substanz durchzogen von zahlreichen Albitschnüren, welche 93⁰—96⁰ mit der Kante $P:M[001, 010]$ bilden und frei von Zwillingslamellen sind, daher ihre Natur nur durch die Auslöschungsschiefe zu bestimmen ist; sie sind etwas stärker zersetzt, als der Orthoklas. In Schliffen nach $M(010)$ schliessen dieselben mit der Kante $P:M$ $57\frac{1}{2}^0$ ein, und ihre Auslöschungsschiefe ist $18\frac{1}{2}^0$, die des Orthoklases 11^0; daneben erscheinen, jene unter 50^0 durchschneidend, feine Leisten, welche wegen ihrer Schwingungsrichtung ebenfalls als Albit gedeutet werden.

In dem Granitit, dessen Hauptbestandtheil dieser Feldspath bildet, setzen nun zahlreiche mineralführende Granitgänge von sehr mannigfaltiger Richtung und Mächtigkeit (im Mittel 2—3 m) auf, welche mit denen von S. Piero auf Elba und den im sächsischen Granulitgebiete auftretenden gewisse Analogien erkennen lassen. Die Bestandtheile dieser Gänge sind die folgenden:

Der Orthoklas, durch optische Untersuchung von Schliffen nach $P(001)$ als solcher bestimmt, ist selten und nur an einzelnen Stellen völlig frisch, an diesen aber auch ganz homogen. Da wo er nicht mehr vollständig klar ist, beobachtet man in der sonst homogenen Masse bei 300facher Vergrösserung ein System feiner Linien unter 93^0—96^0 gegen die Kante $P:M$, aus welchen sich bei stärkerer Zersetzung einzelne breitere, oft absetzende Streifen entwickeln, welche 2—3^0 schief auslöschen und daher als Albit betrachtet werden müssen. An geeigneten Schliffen kann man verfolgen, wie diese Anfangs noch sehr schmalen Leisten bei vorgeschrittener Umwandlung unregelmässige äussere Umrisse erlangen und sich quer in Zwillingslamellen gliedern, d. h. allmählich ganz das Ansehen der Albitschnüre im Perthit annehmen. Bei noch höherem Grade der Zersetzung verschwinden die scharfen Grenzen der Zwillingslamellen wieder, und der Albit bildet dann ein trübes Maschenwerk linsenförmiger Einlagerungen, genau wie in dem Orthoklas des Nebengesteins. Dieselben Erscheinungen sind an Schliffen nach M zu erkennen, wo die feinen Albitbänder zuerst parallel der Kante $Mk[010, 100]$ gerichtet erscheinen, aber durch Verfliessung mehrerer (bewirkt durch Infiltration auf basischen Spaltrissen) in unregelmässige Flecken übergehen, wie sie der Orthoklas des Granitites enthält.

Diese Beobachtungen sprechen dafür, dass das Natronsilicat ursprünglich in isomorpher Mischung in dem homogenen Orthoklas vorhanden war, und dass erst durch die Einwirkung äusserer Agentien eine molekulare Umlagerung und damit eine Ausscheidung der Albitsubstanz in asymmetrischer Form eingetreten sei, dass also die Entstehung dieses Perthites auf einer paramorphen Umwandlung beruhe.

Sehr dünne basische Schliffe stark umgewandelten Orthoklases zeigen zuweilen zwischen gekreuzten Nicols helle Flecke, die in einem weiteren Stadium bestimmtere Contouren annehmen, senkrecht in einander verwebte Lamellen und endlich eine Gitterstructur erkennen lassen, welche vollkommen mit der des Mikroklin übereinstimmt; die Lamellen löschen indessen nicht einheitlich genug aus, um dieselben sicher als Mikroklin zu bestimmen. Falls diese Partien wirklich aus solchem beständen, könnte man diese Erscheinung, entsprechend der Ansicht Michel-Lévy's (s. diese Zeitschr. 4, 632), dass aller Orthoklas aus fein verzwilligtem Mikroklin bestehe, so erklären, dass die im frischen Zustande ihrer Feinheit wegen nicht sichtbare polysynthetische Zusammensetzung bei der Einwirkung corrodirender Flüssigkeiten zum Vorschein käme, — oder man müsste annehmen, dass durch solche Flüssigkeiten eine paramorphe Umwandlung von

Orthoklas in Mikroklin stattgefunden hätte. Eine andere, auf einigen basischen Schliffen beobachtete Erscheinung besteht darin, dass neben den feinen Albitleistchen, diese unter 30° schneidend, ein zweites System ungefähr der Verticalaxe paralleler Linien erscheint, welche jedoch keine einheitliche Auslöschung zeigen und daher entweder hohle Canäle oder Resultate von Spannungsverhältnissen im Krystall sind; an denselben setzen die Albitlamellen zuweilen ab.

Mikroklin findet sich nur auf Drusenräumen der Gänge und zwar in ausgebildeten Krystallen, deren Grösse von 1—30 cm schwankt. Es sind dies die allbekannten Feldspathkrystalle aus dem Hirschberger Thale, welche stets trübe und zersetzt, entweder weisslich, oder ziegelroth (Warmbrunn), oder erbsengelb (Schildau) gefärbt und häufig mit Albit, Pistazit und Eisenoxyd überzogen sind. Gewöhnlich zeigen dieselben die Flächen $P(001)$, $M(010)$, $x(10\bar{1})$, $T(1\bar{1}0)$, $l(110)$, $o(11\bar{1})$, $p(1\bar{1}\bar{1})$, häufig noch $y(20\bar{1})$, $z(1\bar{3}0)$, $f(130)$, nicht selten $k(100)$, endlich nur an einzelnen Krystallen beobachtet: $h(30\bar{1})$, $g(2\bar{2}\bar{1})$ und $\sigma(4\bar{4}\bar{3})$. P und M konnten direct gemessen werden, ebenso konnte der Winkel $P(001) : e(011)$ abgeleitet werden aus der Messung der spiegelnden Flächen $P : \underline{P}$ eines kleinen Bavenoer Zwillings; alle andern Flächen mussten mit Deckglas belegt werden. Aus den so gefundenen Fundamentalwinkeln

$$\begin{array}{lllll} P : M & = 001 : 010 & = & 89^0\ 53' \\ P : e & = 001 : 011 & & 44\ \ 46\tfrac{1}{2} \\ P : x & = 001 : \bar{1}01 & & 50\ \ 45 \\ P : y & = 001 : \bar{2}01 & & 80\ \ 33 \\ M : x & = 010 : \bar{1}01 & & 89\ \ 52 \end{array}$$

folgt:

$$a : b : c = 0{,}6495 : 1 : 0{,}5546$$
$$\alpha = 90^0\ 7', \quad \beta = 115^0\ 50', \quad \gamma = 89^0\ 55',$$

h, g und σ wurden durch je eine Zone und eine Messung bestimmt.

		Beobachtet:	Berechnet:
$h : P = \bar{3}01 : 001$	=	$60^0\ 19'$	$60^0\ 45'$
$g : P = \bar{2}21 : 001$		81 58	82 0
$\sigma : P = \bar{4}43 : 001$		67 34	67 32

Einfache Krystalle sind verhältnissmässig selten; Zwillinge kommen nach folgenden Gesetzen (am häufigsten nach dem Bavenoer) vor:

1) Nach dem Karlsbader Gesetz. Die Reihenfolge der prismatischen Flächen beweist, dass sowohl solche vorkommen, bei denen die Verticalaxe Zwillingsaxe, als solche, deren Zwillingsebene $k(100)$ ist. An den ersteren tritt y nicht auf, und die Krystalle zeigen einfache Aneinanderlagerung nach $M(010)$.

2) Das Bavenoer Gesetz findet sich in wohlausgebildeten Zwillingen, Drillingen und Vierlingen vertreten; die Verwachsungsfläche, nach welcher die Krystalle beim Verwittern zerfallen, der letzteren ist schief gegen die Kante $P : M$ gerichtet. Die Flächen x und y sind häufig durch vicinale ersetzt, wie die Divergenz der Kanten $P : x$, $x : y$ beweist.

3) Manebacher Zwillinge sind selten und stets mit dem Ende aufgewachsen, an welchem x und $\underline{x}$ den einspringenden Winkel bilden.

Die Hirschberger Mikroklinkrystalle zeigen ziemlich häufig die bekannte Umwandlung in Kaliglimmer; nicht selten sehen sie zerfressen aus durch Auslaugung des darin enthaltenen Albit. In die grösseren derselben hinein setzen sich oft die Schriftgranit-artigen Verwachsungen mit Quarz fort, welche besonders an der Grenze der Drusenhöhlungen im Gestein erscheinen.

Zur mikroskopischen Untersuchung wurden Krystalle von Schwarzbach und Lomnitz verwendet. Schliffe nach $P(001)$ zeigen zahlreiche unregelmässig begrenzte Albitschnüre mit Zwillingslamellen, an einzelnen frischeren Stellen auch regelmässiges Alterniren von Mikroklin- und Albitlamellen, von denen die letzteren aber auch hier nicht ursprünglich sein dürften, da durchweg die Menge des Albit mit dem Grade der Verwitterung zunimmt, und da deutlich zu erkennen ist, dass er sich besonders da gebildet hat, wo, z. B. durch Verwachsung mit Quarzstengeln, den Lösungen der Zutritt erleichtert war. Ein Theil des Albit kann auch pseudomorph mittelst Ersetzung des Kalium im Mikroklin durch Natrium entstanden sein. Die Mikroklinsubstanz ist meist mit trüben Zersetzungsproducten erfüllt, und die nur selten zu erkennende Auslöschungsschiefe von 15—16° ist zuweilen in benachbarten Partien, deren Grenzen aber durch die Zersetzung verwischt sind, entgegengesetzt gerichtet; eine Durchdringung von zwei Systemen polysynthetischer Zwillingslamellen konnte der Verfasser nicht beobachten. In Schliffen nach $M(010)$ zeigen einzelne Stellen die Auslöschungsschiefe des Orthoklases, und der Albit erscheint im Mikroklin in grösseren unregelmässigen Einlagerungen.

Der Albit findet sich, ausser in der bisher beschriebenen Weise, noch in grösseren, weniger gut krystallisirten Massen auf den Drusen neben Quarz und Mikroklin — und endlich in regelmässiger Verwachsung mit dem letzteren, sowohl in zusammenhängenden Krusten als in einzelnen Krystallen auf demselben aufgewachsen; selten finden sich letztere auch auf Quarz. Zusammenhängende Albitkrusten mit Viellingsstructur finden sich fast nur auf den Flächen *P*, *M* und *x* des Mikroklin, auf den übrigen verticalen Flächen ausser *M* finden sich durchgängig einzelne Krystalle aufgewachsen, auf *y*, *o* und *p* zeigen sich niemals Albitausscheidungen. An Schliffen kann man beobachten, dass der aufgewachsene Albit die directe Fortsetzung der inneren Albitschnüre bildet oder zu letzteren sich in der gewöhnlichen Zwillingsstellung befindet.

Die aufgewachsenen, 1 mm bis 2 cm grossen, farblosen oder durch Eisenoxyd roth gefärbten Albitkrystalle sind meist Zwillinge nach *M*, doch kommen auf den Flächen *T*, *l*, *z* und *f* des Mikroklin auch einfache Krystalle und häufig solche vor, an denen eine Zwillingshälfte nur als sehr schmale Lamelle ausgebildet ist. Die einfachen Krystalle stehen nach dem Verf., soweit sie auf *T* resp. *z* des Mikroklin aufgewachsen sind, mit letzterem in paralleler Stellung, die auf *l* und *f* aufgewachsenen aber mit jenen, also auch mit dem Mikroklin, in Zwillingsstellung; die in benachbarten Quadranten befindlichen Albite sind stets so aufgewachsen, dass sie an der freien Seite einander die *l*-Flächen zukehren, wie man durch den perlmutterartigen Glanz dieser letzteren erkennen kann.

An dem Hirschberger Albit wurden folgende Flächen beobachtet: $P(001)$, $x(10\bar{1})$, $r(40\bar{3})$, $y(20\bar{1})$, $M(010)$, $^*\alpha(270)$, $f(130)$, $l(110)$, $^*\beta(430)$, $^*\delta(5\bar{3}0)$, $^*\varepsilon(4\bar{3}0)$, $T(1\bar{1}0)$, $^*\eta(1\bar{2}0)$, $z(1\bar{3}0)$, $^*\vartheta(1\bar{4}0)$, $^*\iota(1\bar{5}0)$, $^*\varkappa(1.\bar{2}\bar{0}.0)$, $e(021)$, $n(0\bar{2}1)$, $^*\lambda(114)$, $g(11\bar{2})$, $o(11\bar{1})$, $\gamma(1\bar{1}\bar{2})$, $p(1\bar{1}\bar{1})$, $^*\varrho(1.\bar{2}\bar{0}.\bar{1})$, $^*\sigma(1\bar{8}\bar{1})$, $^*\tau(41\bar{4})$, $^*\varphi(085)$, $^*\psi(15.16.1)$. Die mit * bezeichneten sind für den Albit neu, doch muss hierzu bemerkt werden, dass die Mehrzahl derselben wohl nur Scheinflächen sein dürften, da der Verf. angiebt, dass die meisten Flächen dieser Albite stark gestreift sind, und die vom Demselben angewandte Methode (Einstellung unter verschiedener Incidenz) nicht verhütet, dass Reflexe benutzt werden, welche Interferenzen des Lichtes ihre Entstehung verdanken (vergl. hierüber diese Zeitschr. 8, 144 f.). Auch zeigen nach dem Verf. die Flächen fast immer Störungen

ihrer Lage. Es sind daher von seinen Messungen im Folgenden nur diejenigen der wichtigsten Winkel wiedergegeben worden:

$$a : b : c = 0,6330 : 1 : 0,5558$$
$$\alpha = 94^0\, 4\tfrac{1}{2}', \quad \beta = 116^0\, 30\tfrac{1}{2}', \quad \gamma = 88^0\, 8\tfrac{1}{2}'.$$

	Beobachtet:	Berechnet:
$M' : T$	= *60° 22½'	—
$M : f$	30 2—30° 13'	30° 25½'
$M : l$	60 0—60 10	60 26½'
$M' : z$	30 28½	30 24
$T : l$	59 15	59 11
$P : x$	52 35	52 9
$P : y$	*82 2	—
$P : T$	*69 9	—
$P : p$	55 38	55 45½
$P : n$	46 45	46 40
$P : M$	*86 22	—
$P : \underline{P}$	7 15½	—
$P : g$	30 3	30 6
$g : o$	27 25	27 36
$l : P$	64 42	65 15
$p : x$	25 50	25 50
$M : x$	85 40—86 0	86 18½
$T : n$	*51 37	—

Der Quarz in den Hirschberger Ganggraniten zeigt am meisten Aehnlichkeit mit demjenigen des sächsischen Granulitgebietes und von Elba. Die Krystalle in den Drusen sind nicht sehr flächenreich und zeigen selten Trapezoëder, häufiger spitze Rhomboëder. Der Quarz bildet zwei Generationen, von denen die jüngere, wasserhell und glänzend, meist einen Ueberzug über dem älteren, trübe grauen und matten Quarze bildet; zwischen beiden befindet sich oft eine Schicht Eisenoxyd. Der jüngere Quarz, dessen Bildung der Verf. der Verwitterung des Mikroklin zuschreibt, überzieht auch oft Bruchflächen des älteren.

Während der Biotit als Bestandtheil des Ganggesteins erscheint, ist der Kaliglimmer als Umwandlungsproduct des Mikroklin auf die Drusenräume beschränkt. Daneben findet sich noch Lepidolith, vereinzelt violblauer Flussspath und Korund. Die Krystalle des letzteren fanden sich bei Wolfshau in Mikroklin eingewachsen, ebenda auch Apatit.

Von Titanverbindungen kommen auf den Gängen vor: Brookit und Anatas im grünen Busch bei Hirschberg und am Rabenstein bei Wolfshau, endlich sehr selten Rutil in nadelförmigen Krystallen. Rhombisches Titaneisen in tafelförmigen Krystallen findet sich am Rabenstein. Eine Reihe anderer seltener Mineralien sind früher von Websky entdeckt worden, so Fergusonit, Monazit, Ytterspath bei Schreiberhau, Uranpecherz bei Wolfshau u. a.

Ref.: P. Groth.

87. M. Schuster (in Wien): **Nachtrag zur optischen Orientirung der Plagioklase** (Tschermak's min. und petrogr. Mitth. 1882, 5, 189—194). Der Verf. versucht in der vorliegenden Notiz, durch geringe, zum Theil auf neuere Beobachtungen gestützte Abänderungen der in seiner früheren Tabelle (s. diese Zeitschr. 6, 422) gemachten Annahmen für die Auslöschungsschiefen der Plagio-

klase Resultate zu erhalten, welche den Beobachtungen besser entsprechen, und benutzt hierbei zur Berechnung der Werthe aus dem Mischungsverhältniss $\left(\frac{m_1}{m_2}\right.$, auf Anorthit $= 1$ bezogen$\left.\right)$ statt seiner früheren empirischen Curve die von Mallard (diese Zeitschr. 6, 128) aufgestellte Formel. Es ergiebt sich dann die folgende Tabelle:

A. Auslöschungsschiefe auf P:

Annahmen: $Ab = +4^0\,30'$, $Ab_1An_1 = -5^0\,10'$, $An = -37^0$

$$\text{Formel: } \cot 2\alpha = -2{,}727\,\frac{m_1}{m_2} - 0{,}123.$$

B. Auslöschungsschiefe auf M:

Annahmen: $Ab = +19^0$, $Ab_1An_1 = -16^0$, $An = -36^0$

$$\text{Formel: } \cot 2\beta = -0{,}728\,\frac{m_1}{m_2} + 0{,}364.$$

Mischungsformel	$\frac{m_1}{m_2}$	Auslöschungsschiefe auf P		Auslöschungsschiefe auf M	
		nach der Formel	n. d. früheren Berechnung	nach der Formel	n. d. früheren Berechnung
Ab	∞	$+4^0 30'$	$+5^0\ 0'$	$+19^0\ 0'$	$+20^0\ 0'$
$Ab_{12}An_1$	12	+ 3 33	+ 3 44	+ 15 35	+ 15 28
Ab_8An_1	8	+ 3 12	+ 3 10	+ 13 49	+ 13 27
Ab_6An_1	6	+ 2 45	+ 2 39	+ 11 59	+ 11 48
Ab_5An_1	5	+ 2 25	+ 2 18	+ 10 34	+ 9 38
Ab_4An_1	4	+ 1 55	+ 1 46	+ 8 17	+ 7 14
Ab_3An_1	3	+ 1 4	+ 0 56	+ 4 36	+ 3 23
Ab_2An_1	2	— 0 35	— 0 41	— 2 15	— 3 8
Ab_3An_2	1,5	— 2 12	— 2 11	— 7 58	— 8 27
Ab_4An_3	1,33	— 2 58	— 2 55	— 10 26	— 10 40
Ab_1An_1	1	— 5 10	— 5 0	— 16 0	— 16 18
Ab_5An_6	0,833	— 6 50	— 6 47	— 19 12	— 19 37
Ab_3An_4	0,75	— 7 53	— 7 33	— 20 52	— 21 28
Ab_1An_2	0,5	— 12 28	— 11 46	— 26 0	— 27 40
Ab_1An_3	0,333	— 17 40	— 16 22	— 29 28	— 32 5
Ab_1An_4	0,25	— 21 5	— 19 40	— 31 10	— 34 16
Ab_1An_5	0,2	— 23 37	— 22 5	— 32 10	— 35 14
Ab_1An_6	0,133	— 27 33	— 23 54	— 33 29	— 35 53
Ab_1An_8	0,125	— 28 4	— 26 25	— 33 40	— 36 34
Ab_1An_{11}	0,09	— 30 23	— 28 59	— 34 19	— 36 57
An	0	— 37	— 37	— 36	— 37

Man sieht aus dieser Zusammenstellung, dass die Zahlen, welche sich aus der Mallard'schen Formel, und die, welche sich aus der empirischen Curve ergeben, sehr gut übereinstimmen, bis auf die dem Anorthit nahestehenden Glieder der Bytownitreihe, für welche gute Beobachtungen fehlen; die bisherigen sprechen indess dafür, dass die erstere Zahlenreihe der Wahrheit näher kommt. In fast allen Fällen dürften die Differenzen zwischen beiden Zahlenreihen kleiner sein, als die möglichen Beobachtungsfehler, die namentlich dadurch verursacht werden können, dass erwiesenermassen Stücke desselben Fundorts und sogar verschiedene Schichten desselben Krystalls in ihrer chemischen Zusammensetzung variiren.

Ref.: P. Groth.

XVII. Ueber die mikroskopische Verwachsung von Magneteisen mit Titanit und Rutil.

(Mittheilungen aus dem mineralogischen Laboratorium des Polytechnikums zu Karlsruhe. V.)

Von

A. Cathrein in Karlsruhe i. B.

(Mit 8 Holzschnitten.)

Durch vielfache Beobachtungen ist es bekanntlich constatirt, dass die für das Titaneisen so charakteristische Leukoxenumrandung auch am Magneteisen sich einstellt. In Anbetracht dessen haben nun einerseits jene Forscher, welche an der Genesis der Leukoxensubstanz durch Zersetzung des Erzes festhalten, nothwendig in dem betreffenden Magneteisen einen Titangehalt vorausgesetzt; andererseits konnte aber, wenn auch weniger durch jenen Umstand der Verwachsung von Magneteisen mit Leukoxen, da ja Titanmagneteisen existiren, als vielmehr durch die Thatsache des Auftretens von Titanit um Pyrit, welche Cohen in Gesteinen des Odenwaldes*), Inostranzeff in russischen Gesteinen beobachtet hat**), ein Zweifel an der Wirklichkeit einer Umwandlung wachgerufen werden, und die Annahme einer primären Verwachsung von Titanit und Erz wenigstens für gewisse Fälle berechtigter erscheinen. Für letztere Ansicht hat sich auch in neuester Zeit Cohen auf Grund seiner Beobachtungen an Odenwälder Gesteinen entschieden***).

Das Studium verschiedener Tiroler Gesteine, namentlich aus den Thälern Alpbach und Wildschönau, hat mir nun eben diese kritischen Objecte unter so günstigen Verhältnissen vor Augen geführt, dass ich die Ge-

---

*) Benecke und Cohen, Geognost. Beschreibung der Umgegend von Heidelberg, 75.

**) A. Inostranzeff, Studien über metam. Gesteine im Gouv. Olonez. Leipzig 1879, 90.

***) Neues Jahrb. 1882, 194 und 1883, 212.

legenheit, durch nähere Untersuchung Aufklärung über die schwebende Frage zu erlangen, nicht unbenutzt lassen konnte.

In den Dünnschliffen der betreffenden Gesteine erblickt man quadratische und rhombische Durchschnitte von Magneteisenoktaëdern, welche in der Regel in ausgezeichneter Weise von Titanit umsäumt werden. Zur Entscheidung über die Möglichkeit einer Entstehung dieses letzteren aus dem Erze war der analytische Nachweis eines Titansäuregehaltes im Magnetit erforderlich. Seine Kryställchen sind leider nur sporadisch in dem Gestein, einem Gemenge von Strahlstein und Chlorit, eingesprengt, so dass es der Aufbereitung grosser Gesteinsmengen bedurfte, um die zur Analyse nöthige Quantität des Erzes zu gewinnen. Dabei wurde die schon öfters bewährte einfache Methode der wiederholten Schlämmung und magnetischen Extraction des feinsten Pulvers in Anwendung gebracht, wodurch der äusserst feinschuppige Chlorit gänzlich beseitigt, und schliesslich ein Gemenge von Magnetit mit Strahlstein und wenig Titanit im Gewichte von 0,501 g erhalten werden konnte. Davon kamen zur Hauptanalyse 0,3565 g, zur Ermittelung des Eisenoxydulgehaltes 0,085 g in Verwendung. Um den Aufschluss fremder Mineralien möglichst zu vermeiden, empfahl es sich, das Magneteisen nicht mit zweifach schwefelsaurem Kali, sondern mit Salzsäure zu behandeln. Es wurde daher die Probe $^1/_4$ Stunde lang in concentrirter Chlorwasserstoffsäure gekocht, dann zur vollständigen Abscheidung der Kieselsäure zur Trockniss eingedampft, mit Salzsäure und Wasser wieder aufgenommen und filtrirt. Von dem ungelösten Reste von 0,1215 g konnte die Kieselsäure durch Kochen mit Kalilauge getrennt werden, und blieb ein unlöslicher Antheil von 0,11 g = 30,86 $^0/_0$ der ursprünglichen Substanz zurück, auf welchen ich später noch zu sprechen kommen werde.

Die salzsaure Lösung hingegen wurde mit Ammoniak versetzt und bei Gegenwart von genügendem Salmiak zur Zerstörung der Magnesiaverbindungen bis zum Verschwinden des Ammoniakgeruchs gekocht, hierauf im Filtrat in der üblichen Weise auf Kalk mit Ammoniumoxalat und auf Magnesia mit Natronphosphat geprüft. Der ammoniakalische Niederschlag aber, wieder in Salzsäure gelöst und zur Trennung etwa vorhandener Thonerde mit überschüssiger Kalilauge gefällt und gekocht, verlor nicht seine fuchsrothe Farbe, die auf die Gegenwart von Titansäure oder eines anderen Körpers hinwies. Derselbe musste daher nach den für die Trennung von Eisen und Titan vorgeschriebenen Massregeln*) weiter behandelt werden und ergab ausser Titansäure auch noch einen verhältnissmässig bedeutenden Gehalt an Chromoxyd, bei deren Bestimmung genau die Methode befolgt wurde, welche ich bei der Analyse Titan und Chrom führender Diallage schon ausführlich besprochen habe**).

*) Diese Zeitschrift 6, 246.

**) Diese Zeitschrift 7, 250.

Eine nähere Betrachtung der unter I. zusammengestellten Ergebnisse der Analyse lehrt, dass in Anbetracht des bedeutenden Ueberschusses an Kieselsäure gegen Kalk ausser dem in so feinem Pulver bekanntlich aufschliessbaren Titanit auch noch der Aktinolith von der Salzsäure angegriffen wurde, wovon ich mich auch übrigens durch directe Versuche überzeugt habe. Die quantitative Zusammensetzung des letzteren wurde in einer eigenen Probe ermittelt. Der Strahlstein, vorerst durch Schlämmung von dem begleitenden Chlorit, Magnetit und Titanit im Wesentlichen befreit, wurde dann durch Digeriren in concentrirter Salzsäure und Kalihydrat noch vollends von allen fremden Elementen gereinigt, mit kohlensauren Alkalien aufgeschlossen und nach der üblichen Methode weiter analysirt, wobei sich die Abwesenheit von Eisenoxyd, Chromoxyd und Titansäure ergab. Unter II. ist das Resultat dieser Analyse aufgeführt. Es vertheilt sich sohin der Kieselsäure- und Kalkgehalt der Analyse I. auf Titanit und Strahlstein, und nach den ihrer Constitution entsprechenden Verhältnissen wurden die in den neben I. folgenden Verticalreihen stehenden Procentzahlen berechnet, woraus sich auch ergiebt, dass ein Ueberschuss an Magnesia vorhanden ist, der dem Magneteisen zugewiesen werden muss.

	I. Gefunden:	Berechnet zu Magnetit:	Titanit:	Strahlstein:
SiO_2	4,67	= —	+ 1,63	+ 3,04
TiO_2	5,07	2,90	2,17	—
Cr_2O_3	3,65	3,65	—	—
Fe_2O_3	52,94	52,94	—	—
FeO	29,75	29,25	—	0,50
CaO	2,27	—	1,52	0,75
MgO	2,41	1,28	—	1,13
	100,76	90,02	5,32	5,42

	II. Gefunden:
SiO_2	55,38
Al_2O_3	0,50
FeO	9,16
CaO	13,65
MgO	20,62
H_2O	0,27
	99,58

Reducirt man die für 90,02 % Magnetit gefundenen Zahlen auf 100 %, so folgt für unser Magneteisen die Zusammensetzung III.

III.

	Gefunden:		Atomquot.:	Atomzahl:		Berechnet:
TiO_2	3,22	Ti	0,0403	6	TiO_2	3,34
Cr_2O_3	4,06	$\overset{III}{Cr}$	0,0534	8	Cr_2O_3	4,23
Fe_2O_3	58,81	$\overset{III}{Fe}$	0,7351	106	Fe_2O_3	58,99
FeO	32,49	$\overset{II}{Fe}$	0,4513	64	FeO	32,05
MgO	1,42	Mg	0,0355	5	MgO	1,39
	100,00					100,00

Daraus folgt das Molekularverhältniss:

$$(FeTiO_3, Cr_2O_3, Fe_2O_3) : (FeO, MgO) = 63 : 63 = 1 : 1$$

entsprechend der allgemeinen Constitutionsnorm der Spinelle R_2O_3, RO, und für den Magnetit die Formel:

$$\left\{\begin{array}{l} \left\{\begin{array}{l} 6\,FeTiO_3 \\ 4\,Cr_2O_3 \\ 53\,Fe_2O_3 \end{array}\right\} \\ \left\{\begin{array}{l} 58\,FeO \\ 5\,MgO \end{array}\right\} \end{array}\right\}$$

Da mit Ausnahme des Titanits kein anderes Titan-führendes Mineral in dem Gestein vorhanden ist, so gehört ein Theil der Titansäure entschieden zum Magnetit; dieselbe vertritt darin in Verbindung mit Eisenoxydul einen Theil des Eisenoxyds, während wieder ein anderer Theil desselben durch Chromoxyd ersetzt ist, welches ebenfalls zur Constitution des Magneteisens gehört und nicht etwa von eingemengtem Chromeisenstein herrühren kann, der sich durch seine Unlöslichkeit in Salzsäure doch ausgeschieden und verrathen hätte. Ebenso wurde die Abwesenheit anderer chromhaltiger Mineralien constatirt.

Hiernach ist dieser Magnetit ein durch seinen Chromoxydgehalt ausgezeichnetes Titanmagneteisen, und die Möglichkeit einer Zersetzung desselben zu Titanit überhaupt nicht ausgeschlossen.

Die Wirklichkeit einer derartigen Umwandlung aber lässt sich aus der mikroskopischen Betrachtung der Präparate aus dem Wildschönau- und Alpbachthale mit solcher Klarheit und Bestimmtheit erschliessen, dass ein Zweifel daran nicht mehr aufkommen kann. Wir sehen hier nicht nur das umgekehrte Grössenverhältniss zwischen Rand und Kern und alle möglichen Uebergänge in der Zunahme der Titanitsubstanz, vom zartesten Saume bis zur vollständigen Verdrängung des Erzes und der Entstehung vollkommener Pseudomorphosen, sondern auch, und auf dieses Moment ist das grösste Gewicht zu legen, stets eine genaue Wiedergabe der dem Magneteisen eigenthümlichen quadratischen und rhombischen Durchschnitte durch die Titanitsubstanz, selbst in dem Falle, in welchem der formgebende

Fig. 1.

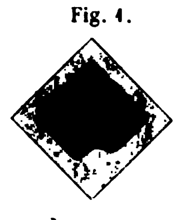
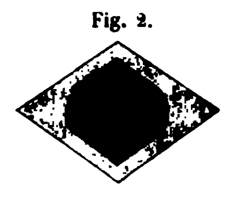


Fig. 2.



Magnetitkern durch ungleichmässigen Fortschritt der Zersetzung seine ursprüngliche Regelmässigkeit bereits eingebüsst hat, wie dies Figur 1 ver-

sinnlicht. Häufig sieht man Abrundungen der Ecken, die sich aus dem rascheren Angriff der Zersetzung auf die Oktaëderecken und -Kanten leicht erklären (Figur 2). Derartige Verhältnisse sind mit einer primären Ueberwachsung unvereinbar.

Auch der scheinbare Widerspruch gegen die Umwandlung, welcher in dem Auftreten von Titanitrandern um Eisenkies liegt, lässt sich durch Beobachtungen, welche ich an Präparaten aus dem Wildschönauer Thale machen konnte, auf einfache Weise erklären und beseitigen. Nicht selten ist nämlich mit dem Magneteisen Pyrit verwachsen, der dann im reflectirten Lichte durch seine gelbe Farbe lebhaft vom bräunlichschwarzen Magnetit absticht. Bald sind die Schwefelkieskörner ringsum von Magneteisen umgeben (Figur 3), bald nur zum Theil, so dass sie auch einen freien Rand

Fig. 3.

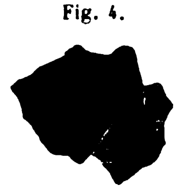


Fig. 4.

besitzen (Figur 4). Denkt man sich in dem einen Falle die Zersetzung der Magneteisenhülle zu Titanit bis zum pyritischen Kern vorgeschritten, so resultirt die Erscheinung einer Titanitumrandung von Eisenkies (Figur 5),

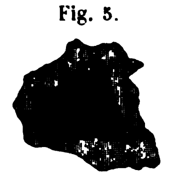


Fig. 5.

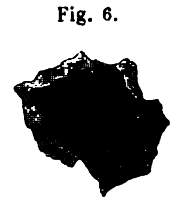


Fig. 6.

in dem anderen Falle hingegen zeigt sich das auch von Sauer*) beobachtete und wiederum zu Gunsten einer Umwandlung sprechende plötzliche Abbrechen des Titanitsaumes an der Grenze gegen den Pyrit, wie Figur 6 darstellt.

Der unlösliche Rückstand, welcher mir bei Behandlung der zur Analyse I. angewandten Substanz mit Salzsäure zurückblieb, und von dem, wie oben erwähnt, durch Kalihydrat die ausgeschiedene Kieselsäure entfernt worden war, wurde nunmehr einer mikroskopischen Analyse unterworfen, wobei sich herausstellte, dass derselbe zum grösseren Theil aus Strahlstein bestand, welcher scheinbar ganz unangegriffen, während der

---

*) Neues Jahrbuch 1879, 574.

Titanit und die ausgeschiedene Kieselsäure gänzlich verschwunden war. Ausserdem aber mischten sich unter die Aktinolithprismen merkwürdige opake, im reflectirten Lichte halbmetallisch glänzende gelbe Körnchen, welche in der ursprünglichen Probe nicht zu beobachten waren; sie mussten also durch die Behandlung mit Salzsäure sichtbar geworden sein. Schon beim ersten Anblick hatten mich diese Gebilde an Aggregate von Rutilnädelchen erinnert, in welcher Ansicht mich die Betrachtung bei starker Vergrösserung und auch ihr Widerstand gegen Säuren nur noch bestärkte. Man erkennt in den gelben Körnchen dichte Gitter und Filzwerke feinster Rutilmikrolithe, welche gesetzmässig nach drei den Kanten einer Oktaëderfläche parallelen Richtungen angeordnet und verwachsen erscheinen, die sich unter Winkeln von 60° durchkreuzen. Neben unregelmässigen Körnern finden sich auch quadratische, rhombische und sechsseitige Formen, entsprechend den Schnittformen der Magnetitoktaëder. Um über die Natur dieser vermeintlichen Rutile volle Gewissheit zu erlangen, wurden dieselben einer quantitativen Analyse unterzogen. Zu dem Behufe behandelte ich den unlöslichen Rest der Analyse I. mit Kalibisulphat, worin die gelben Körner sich leicht lösten, während der Strahlstein mit Ausnahme einer geringen Oxydation keine Einwirkung zeigte. Aus der klaren Lösung der Schmelze in kaltem Wasser fielen durch Kochen 0,017 g Titansäure heraus, womit der Gewichtsverlust des ursprünglichen ungelösten Antheils von 0,110 g genau übereinstimmt, da in der Kalischmelze 0,093 g reinen Strahlsteins zurückblieben. Mithin bestehen die gelben Aggregate wirklich aus Rutil. Was ihre Herkunft betrifft, so wird man unter den gegebenen Verhältnissen nur auf das Magneteisen verwiesen, schon mit Rücksicht auf ihre Formenähnlichkeit und dann in Anbetracht, dass der Magnetit allein vermöge seiner Opacität diese winzigen Gebilde der Betrachtung entziehen konnte. Um sich davon zu überzeugen, braucht man nur ein solches Magnetitkörnchen mit Salzsäure zu benetzen, wobei in dem Maasse, als die Säure einwirkt, die gelbrothe Farbe des Rutils immer deutlicher zum Vorschein kommt. Betrachtet man dagegen das nicht präparirte Magneteisen, so erscheint es ganz schwarz und opak, und man kann selbst bei starken Vergrösserungen vom eingewachsenen Rutil nichts entdecken, als höchstens kleine, am Rande vorragende Nädelchen-Enden.

Es liegt also hier eine interessante mikroskopische Wiederholung jener makroskopisch zuerst von Seligmann*) an einem Magneteisenoktaëder von der Alpe Lercheltiny im Binnenthal beobachteten regelmässigen Verwachsung von Magnetit mit Rutil vor, von welcher sich auch in der Sammlung des Karlsruher Polytechnikums ein ausgezeichnetes Beispiel vorfindet in Gestalt eines 3 cm breiten und 8 mm dicken, nach der Oktaëderfläche

*) Diese Zeitschrift 1, 340 und 341.

verzwillingten und darnach tafelförmigen Krystalls von demselben Fundorte. Auffallend ist die Analogie, welche diese Erscheinung mit den ganz ähnlichen Verwachsungen von Rutil und Titaneisen bietet, die makroskopisch von G. vom Rath*), mikroskopisch von mir beschrieben worden sind**).

Durch die Gegenwart der besprochenen Rutilkryställchen im Magnetit könnten noch Bedenken über die Zugehörigkeit der in I. gefundenen Titansäuremenge erweckt werden. Obgleich schon die Berechnung der Analyse III. die Haltlosigkeit dieser Bedenken genügend darthut, so möchte ich doch noch einen directen experimentellen Beweis jenem Zweifel entgegenstellen. Ich habe für diesen Zweck die Löslichkeit des Rutils in Salzsäure, dem bei der Analyse des Magneteisens angewendeten Lösungsmittel, näher untersucht. Rother Rutil vom Zillerthal wurde möglichst fein gepulvert, und nur das leicht aufschlämmbare gelbe Pulver, in concentrirter Salzsäure eine Stunde lang gekocht, ergab einen Gewichtsverlust von 1,45%, die in Lösung gegangen waren und daraus als eisenhaltige Titansäure gewonnen werden konnten. Diese geringe Löslichkeit ist ganz zu vernachlässigen, umsomehr als bei Analyse I. die Probe nur 1/4 Stunde lang der Einwirkung der Salzsäure ausgesetzt war. Es kann also die dort nachgewiesene Titansäure nur von Magneteisen und Sphen herrühren.

Bei Anwendung von mit demselben Volum Wasser verdünnter englischer Schwefelsäure zeigte sich nach 1 1/2stündigem Kochen schon eine bedeutende Löslichkeit des Rutils, indem in der Lösung 13,40% Titansäure gefunden wurden. In Kalibisulfat löst sich Rutil sehr leicht und rasch. — Daraus ersieht man, dass es nicht gleichgültig sein kann, welche Auflösungsmethode man bei Magneteisen-Analysen anwendet, und es ist unter Voraussetzung einer Verwachsung mit Rutil wohl in der unrichtigen Wahl des Auflösungsmittels die Ursache eines Ueberschusses an Titansäure und der daraus resultirenden Abweichung vom normalen Molekularverhältniss ($FeTiO_3$, Fe_2O_3) : $FeO = 1 : 1$ zu suchen, die Rammelsberg an manchen Titanmagneteisen, so an dem vom Plattensee und von Neuseeland, constatirt hat***).

Die Menge des mit unserem Magneteisen verwachsenen Rutils beträgt 7,12%, so dass der Titansäuregehalt des Gemenges auf 10,11% sich belaufen würde. Doch vertheilt sich derselbe nicht gleichmässig auf alle Magnetitkörnchen; denn vergleicht man die Menge von Magneteisen mit der nach Behandlung mit Säure ihr entsprechenden Rutilquantität unter dem Mikroskope, so bemerkt man eine Abnahme bei letzterem; es scheint somit

*) Diese Zeitschrift **1**, 13.

) Diese Zeitschrift **6, 248.

***) Mineralchemie **2**, 159, 1875.

die Rutileinmengung sich nicht auf die Gesammtheit der Magnetitindividuen zu erstrecken, sondern manche zum Theil, manche ganz zu verschonen. Viele Magneteisenkrystalle sind dagegen so von Rutil erfüllt, dass nach Entfernung des Erzes durch Säure das Rutil-Mikrolithengewebe eine vollständige Pseudomorphose nach Magneteisen repräsentirt.

Es entsteht nun die Frage, ob bei der Bildung von Leukoxen auch die in Form von Rutil im Magneteisen vorhandene Titansäure in Verwendung kommt, oder mit anderen Worten, ob auch der Rutil sich in Titanit mit umwandelt. Für die Beantwortung dieser Frage im bejahenden Sinne spricht vor Allem die mikroskopische Untersuchung der betreffenden Tiroler Gesteine. Nirgends konnte ich in dem Titanit auch nur die Spur eingelagerter Rutilmikrolithe entdecken, die in dem weisslichgrauen, meist ziemlich klar durchscheinenden Umwandlungsproduct durch ihre röthlichgelbe auffallende Farbe und den eigenthümlichen Glanz bei einiger Sorgfalt gewiss nicht unbeachtet hätten bleiben können, da sie doch unter ähnlichen Verhältnissen der Beobachtung nicht entgangen sind. Weiterhin ist es durch die Untersuchungen Sauer's*) wohl zweifellos festgestellt, dass Rutil sich in Titanit beziehungsweise Leukoxen umsetzen könne. Derselbe beobachtete nämlich deutliche prismatische Krystalle und knieförmige Zwillinge von Rutil mit Titanitrandern von allen möglichen Dimensionen (Fig. 7 u. 8),

Fig. 7.

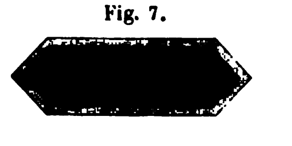
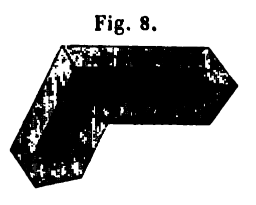


Fig. 8.



wobei Rand und Kern im umgekehrten Verhältniss der Grösse stehen, und es auch zur vollständigen Verdrängung des Einschlusses kommt, so dass Pseudomorphosen von Titanit nach Rutil entstehen. Bedeutsam ist noch eine andere Beobachtung Sauer's**). Sobald nämlich Rutil mit Pyrit verwachsen ist, erscheint die Titanitzone nur so weit der Rutil reicht und endet an der Grenze gegen den Schwefelkies, wie dies Figur 6 veranschaulicht. Unter Berücksichtigung dieser Verhältnisse ist eine secundäre Entstehung von Titanit aus Rutil erwiesen und es sehr wahrscheinlich, dass, wie in unserem Falle, überhaupt bei der Titanitbildung aus Titanmagneteisen nicht nur dieses, sondern auch der zufällig damit verwachsene Rutil in Titanit übergeht.

---

*) Neues Jahrbuch 1879, 574.

**) l. c.

Die Zusammenfassung der Resultate vorliegender Untersuchungen ergiebt:

1) In der sogenannten Leukoxenumrandung von Magneteisen liegt kein Widerspruch gegen die Annahme ihrer Entstehung durch Umwandlung.

2) In einem solchen Magneteisen wird nämlich Fe_2O_3 durch $FeTiO_3$ ersetzt und auf Kosten dieses Titansäuregehaltes kann sich der Leukoxen, welcher nichts Anderes als Titanit ist, bilden.

3) Aus den mikroskopischen Beziehungen zwischen Rand und Kern folgt mit Nothwendigkeit die Genesis des Titanits aus dem Magnetit.

4) Die Titanitumrandung von Pyrit spricht auch nicht gegen die Umwandlung, sondern erklärt sich durch präexistirende Magnetitumrandung des Eisenkieses.

5) Scheinbar homogenes Magneteisen enthüllt sich oft analog manchem Titaneisen als eine mikroskopische gesetzmässige Verwachsung mit Rutilnädelchen.

6) Daraus lässt sich der Ueberschuss an Titansäure bei den Analysen mancher Titanmagneteisen ableiten.

7) Rutil zeigt ebenfalls eine Umwandlung in Titanit und kann sich auch im Falle der mikroskopischen Verwachsung mit Magneteisen an der Leukoxenbildung betheiligen.

XVIII. Einige Mineralien aus einer uralischen Chromitlagerstätte.

Von

A. Arzruni in Breslau.

Das Mineraliencomptoir von Herrn C. Pech in Berlin erwarb neuerdings die Sammlung des Herrn Kahl, Lehrer in Włocławek (Russisch-Polen). Unter bekannten und in Sammlungen vielverbreiteten russischen Mineralien ist in derselben durch eine Reihe interessanter Stufen auch eine den meisten Mineralogen bisher nicht bekannt gewesene Chromitlagerstätte des Urals vertreten, in welcher Herr Kahl selbst vor einigen Jahren graben liess. Die Localität, Tjóplyie Ključi (= »Warme Quellen«) genannt, befindet sich in der Nähe des Hüttenwerkes Kassli (= Kásslinskij Sawód) unweit der Grenze gegen den District Ufaléjsk. Der Chromit, theils feinkörnig, theils grobkrystallinisch, schwarz bis schwarzbraun, ist von unregelmässigen Klüften durchsetzt, in die an manchen Stellen Carbonatlösungen eingedrungen sind und die Kluftwände mit dünnen Absätzen überzogen haben. Die breiteren Klüfte sind mit schönen bis 1,8 cm grossen, wenn auch nicht messbaren Kämmereritkrystallen bedeckt, deren Farbe nicht die gewöhnliche violettrothe, sondern ein ins Bläuliche übergehendes Grün ist, welches etwa der Reihe 14 der Radde'schen Farbenscala und zwar den dunkleren Tönen derselben entsprechen würde. Die Form der Krystalle ähnelt einer spitzen hexagonalen Pyramide mit der Basis, parallel welcher eine vollkommene Spaltbarkeit besteht. Parallel derselben sind alle übrigen Flächen stark gestreift, resp. gefurcht und zeigen auf eine Zwillingsverwachsung nach (001) hinweisende ein- und ausspringende Winkel. Dass die Krystalle nicht einfache sind, überzeugt man sich an dem optischen Bilde, welches eine Spaltungsplatte im convergenten polarisirten Lichte und bei gekreuzten Nicols zeigt. Das unzweifelhaft zweiaxige Bild ist so vielfach gestört, dass man nach allen Richtungen Axenaustritte zu sehen glaubt. Der optische Axenwinkel, der in dickeren Platten, in Folge mannigfach orientirter Schichten, ziemlich gross erscheint, ist in dünneren

Spaltungsblättchen fast gleich Null, und das sich darbietende Bild ähnelt daher einer einaxigen Interferenzfigur, deren schwarzes Kreuz nur unwesentlich dislocirt ist. Herr Damour hat die Güte gehabt diese Krystalle chemisch zu prüfen und wies in ihnen Chrom in beträchtlicher Menge nach, weshalb er sie ebenfalls, trotz der für den Kämmererit ungewöhnlichen Farbe, mit diesem Mineralnamen zu belegen für geeignet hält.

Neben dem Kämmererit und zum Theil auf demselben sitzen vereinzelte Krystalle zweier Mineralien, deren Vorkommen in Chromeisenlagerstätten man kaum erwartet hätte, nämlich: Perowskit und Rutil.

Die Bestimmung des Perowskit war lediglich auf chemischem Wege zu erreichen, da die 2 mm bis über 1,5 cm grossen Krystalle, welche die einfache Oktaëderform besitzen, oberflächlich stark umgewandelt, von einer bräunlichgrauen Schicht bedeckt und in Folge dessen matt und für Messungen gänzlich ungeeignet sind. Im Inneren zeigen sie eine röthliche durchscheinende Masse, die übrigens an manchen Stellen von Schüppchen des grünen Kämmererit durchwachsen ist. Herr A. Damour, der mir seine werthvolle Unterstützung angedeihen liess, fand diese Krystalle vorwiegend aus Titansäure und Kalk bestehend und erklärte sie daher für Perowskit — ein um so interessanteres Ergebniss, als oktaëdrische Krystalle dieses Minerals, wie solche u. A. aus dem Kaiserstuhl und von Magnet-Cove bekannt sind, am Ural, meines Wissens, bisher nicht gefunden worden waren. Herr M. W. Jeroféjew in St. Petersburg, der vor mir in die Mineralvorräthe aus den »Warmen Quellen« einen Einblick gethan hatte, theilt mir über die oktaëdrischen Krystalle noch Folgendes brieflich mit:

»Auf den Gedanken, dass die Perowskitkrystalle pseudomorphe Bildungen sind, wird man leicht durch ihre Structur geführt. Im Inneren ist die Substanz durchscheinend, von röthlicher Farbe, die derjenigen des Perowskit nicht ähnlich sieht, und zeigt einen flachmuscheligen Bruch. Aeusserlich bestehen die Krystalle aus einer schmutziggelben, pulverigen Masse. Wenn diese Krystalle keine Niobsäure, dagegen Kalk enthalten, so sind sie unzweifelhaft Perowskit. Interessant wäre es, die Krystallform zu bestimmen, um zu ermitteln, ob es in der That Oktaëder sind — ich besitze übrigens einen Krystall, welcher wie die Combination des Oktaëders mit dem Würfel aussieht — oder eine tetragonale Pyramide oder vielleicht ein Rhomboëder mit der Basis. Es sind Pseudomorphosen von Perowskit nach Titaneisen aus der Mineralgrube Proskówje-Jewgéniewskaja (Schischimer Berge) bekannt, welche im Jahre 1876 von Herrn Popow (zu jener Zeit Studiosus an der St. Petersburger Universität) einer Analyse unterzogen wurden, die im »Gornyj Journal« 1876, **3**, 300 zum Abdruck gelangte. Ist das Vorkommen der »Warmen Quellen« vielleicht das Nämliche? Die pulverige Substanz auf den Krystallen beider Localitäten ist vollkommen

die gleiche, nur ist die Form der Krystalle von Proskówje-Jewgéniewskaja nicht die oktaëdrische.«

Herr von Zepharovich, der seinerseits die Stufen aus dem Comptoir des Herrn Pech in den Händen gehabt hat, theilt mir brieflich eine von den eben citirten Ansichten völlig abweichende mit. »Zwei der Stufen, schreibt er, enthalten veränderte Chromitoktaëder; sie zeigen im Inneren Klinochlorkryställchen und reichlich schwarze Partieen von Chromit, der chemisch, auf trocknem und nassem Wege, sichergestellt wurde und wohl als Rest des ursprünglichen Minerals aufzufassen ist. Die gelblichgraue, feinkörnige, weiche Substanz, die vorwaltend oberflächlich die Pseudomorphose bildet, lässt sich ohne Analyse kaum bezeichnen — vielleicht eine klinochlorähnliche Masse.«

Diese so divergirenden Meinungen lassen sich blos in der Weise vielleicht vereinigen, dass man annimmt, die in Rede stehenden Oktaëder seien Ausfüllungspseudomorphosen von verschiedenartigem Material. Dass sowohl Chromit, als eine Titanverbindung in ihnen enthalten sein kann, ist leicht dadurch erklärlich, dass die Krystalle einerseits dem Chromit aufsitzen, andererseits aber dem Rutil vergesellschaftet sind. Was aber die ursprüngliche, formgebende Substanz gewesen — muss dahingestellt bleiben.

Eine viel genauere krystallographische Untersuchung, als es der Kämmererit und die oktaëdrischen Krystalle zulassen, konnte am Rutil vorgenommen werden, dessen prächtige, mit röthlichem Schimmer metallisch glänzende, mit spiegelnden Flächen versehene braunrothe Krystalle sich ausgezeichnet zur Messung eignen. Sie sind sehr spröde und sitzen so fest dem Chromit auf, dass ein Herunternehmen derselben von der Stufe nicht ohne Gefahr für ihr Intactbleiben geschehen könnte; die Stufen selbst sind aber zu gross und zu schwer, um aufs Goniometer gebracht zu werden. Deshalb sind die Messungen theils an einem winzigen, kaum $\frac{1}{4}$ mm grossen, aber äusserst scharf ausgebildeten Zwilling nach (101), theils an Ozokerit-Abdrücken der grösseren Krystalle ausgeführt worden. — Diese Methode, aus Ozokerit Negative zu verfertigen, kennen gelernt zu haben, verdanke ich einer freundlichen Mittheilung des Herrn V. von Zepharovich, der sie selbst vielfach angewendet hat, und von deren Brauchbarkeit ich mich ebenfalls überzeugte. Die anzuführenden Messungen, von denen die besten von Herrn von Zepharovich selbst herrühren resp. an einem von ihm gefertigten Negativ erzielt wurden, werden diese Behauptung bestätigen. — Der Ozokerit wird zunächst ausgeschmolzen und vollkommen erkalten gelassen; um gute Abdrücke zu erhalten, muss man den Ozokerit, bevor man ihn auf den Krystall aufdrückt, etwas erwärmen, wozu es schon ausreicht, ihn eine Zeit lang zwischen den Fingern zu halten. Es werden auf diese Weise die feinsten Details der Oberflächenbeschaffenheit der Krystalle

wiedergegeben, und von ebenen glatten Flächen bekommt man sogar das Fadenkreuz spiegelnde Negative. Der Krystall wird dabei in keiner Weise beschädigt. Nur muss man, wie ich mich überzeugte, den Ozokerit erst dann vom Krystall loslösen, wenn er wieder ganz erhärtet ist, sonst läuft man Gefahr das Negativ zu verdrücken und dann natürlich Winkelwerthe zu erhalten, die den wahren Neigungen der Flächen am Krystall nicht völlig entsprechen. Ich erhielt zum Beispiel, als ich diese Vorsichtsmassregel nicht genügend eingehalten hatte, bei zwei Abdrücken, die von einem und demselben Krystall genommen wurden, mehr als um 1° von einander abweichende Werthe und recurrirte dann zu dem sehr wohlgelungenen Negativ, welches mir Herr von Zepharovich zu senden die Güte hatte, um die an den von mir gefertigten Abdrücken gemessenen Winkel zu controliren. — Mein Ozokerit scheint übrigens sich nicht ganz zu Abdrücken zu eignen, da er sich als etwas zu weich, zu plastisch erwies, was wohl daran liegen mag, dass er nicht genügend ausgeschmolzen und somit nicht ausreichend von etwa eingeschlossenen oder beigemengten flüssigen Kohlenwasserstoffen befreit worden war.

Herr von Zepharovich theilt mir mit, dass er auch von matten Flächen gewonnene Abdrücke zu Messungen dadurch geeignet macht, dass er sie durch einen leichten Lack überzieht.

Die Rutilkrystalle von den »Warmen Quellen« zeigen meist einen äusserst einfachen, kurzsäulenförmigen Habitus. Vorherrschend treten auf: die beiden tetragonalen Prismen 110 und 100 und die ditetragonale Pyramide 313; ferner wurden an allen Krystallen beobachtet die Flächen 101 und 210. Ausserdem treten in der Prismenzone, jedoch nicht vollflächig entwickelt auf: 410 und 810, von denen letztere Form für den Rutil neu ist. In der Zone [313 . 101] wurde an zwei Krystallen noch die neue Gestalt 515 nachgewiesen und endlich in der Zone [100 . 101] resp. [515 . 001] die ebenfalls neuen Formen 508 resp. 518.

Es sind also jetzt im Ganzen 24 Formen am Rutil bekannt. Weiter unten sind sie tabellarisch zusammengestellt.

Fast alle Krystalle des Rutils von Tjóplyie Ključí, obwohl zum Theil einfach erscheinend, sind Zwillinge nach (101). Jedoch selten sind es aus zwei aneinander gewachsenen, entwickelten Krystallen bestehende Gebilde, vielmehr ist fast durchweg in den grösseren Krystall eine äusserst dünne, wie eine Linie aussehende Lamelle in Zwillingsstellung eingewachsen, meist blos eine einzige Krystallfläche zeigend.

In der folgenden die Messungsresultate wiedergebenden Tabelle beziehen sich die berechneten Werthe auf das Axenverhältniss $a : c = 1 : 0,64404$, welches auch Herr V. von Zepharovich in seiner neuesten Arbeit über den Rutil des Stillup-Thales (vergl. diese Zeitschr. **6**, 238, 1882 und »Lotos« 1882) adoptirt hat.

Messungen am 0,5 mm grossen Zwillingskrystall:

	Berechnet:	Gemessen:	Zahl der Mess:	Grenzwerthe:
8$\bar{1}$0 . 210	33° 41½′	33° 49½′	1	—
210 . 110	18 26	18 26½	2	18° 22½′—18° 30′
210 . 100	26 34	26 31½	2	26 28½—26 34½
100 . 110	45 0	45 0½	2	44 58½—45 2
100 . 101	57 13	57 11½	1	—
210 . 410	12 32	12 32	1	—
$\underline{\bar{1}00}$. 101	8 21	8 22½	1	—
$\underline{\bar{1}00}$. 100	65 34	65 34	1	—
$\underline{\bar{1}00}$. 110	72 59½	73 5	1	—

Messungen von Herrn von Zepharovich an einem von ihm selbst verfertigten Ozokerit-Abdruck des Krystalls I. (Eine von mir an demselben angestellte Messung ist mit * vermerkt.)

	Berechnet	Gemessen	Zahl der Mess	Grenzwerthe
100 . 101	57 13	57 36	4	—
100 . $\underline{101}$	8 21	8 45	3	—
313 . 3$\bar{1}$3	20 28	20 35	3	—
313 . 101	10 14	10 17	4	—
*101 . 508	10 51½	10 49½	1	—

Ein zweiter Abdruck desselben Krystalls I lieferte mir:

	Berechnet	Gemessen	Zahl der Mess	Grenzwerthe
313 . 518	11 21	11 24½	1	—
101 . 313	10 14	10 2	2	9 52½—10 11½

An einem Abdruck des Krystalls II wurde gemessen:

	Berechnet	Gemessen	Zahl der Mess	Grenzwerthe
313 . 133	29 6	29 33½	—	—

Von dem Abdruck des Krystalls III erhielt ich:

	Berechnet	Gemessen	Zahl der Mess	Grenzwerthe
515 . 101	6 11	6 27½	1	—
313 . 110	59 50	59 45½	1	—

Die hier besprochenen Rutilkrystalle sind nicht blos wegen ihrer schönen Ausbildung und wegen ihres ungewöhnlichen Auftretens auf Chromeisenstein merkwürdig, sie sind es auch in chemischer Beziehung, indem sie auch selbst chromhaltig sind.

Die erste darauf bezügliche Beobachtung stellte Herr M. W. Jeroféjew in St. Petersburg an. Später bestätigte Herr Damour, dem ich einige Splitter eines zerbrochenen Krystalls sandte, die Gegenwart des Chroms, die er aber auf kleine Mengen eingeschlossenen resp. mechanisch beigemengten chromreichen Kämmererits zurückführen will. Immerhin ist es bemerkenswerth, dass bereits im Jahre 1803 Ekeberg über einen chrom-

haltigen Rutil aus dem Kirchspiel Vestra Fernebo in Westmanland*) berichtet, wo er in röthlichbraunen oder auch stahlgrauen Knollen mit weissem Quarz und einem »mit Glimmer untermischten Chlorit« vorkommt. Vauquelin, der eine approximative Analyse dieses Minerals ausführte**), taxirt dessen Chromgehalt auf ungefähr 3% und bemerkt, dass mit dem Rutil Turmalin, Quarz und Talk vorkommen. Nach Hisinger (l. c.), der als Fundort Käringbrickan anführt, kommt hier mit dem Rutil auch Granat vor. Das »Titanerz« ist »in kleinen Nieren und Nestern von unbestimmter Form, theils in Quarz, theils in Glimmer, mit viel schwarzem Turmalin eingewachsen«. Dieses Mineral ist es, welches Haüy veranlasste***), ein »Titane oxydé chromifère« aufzustellen.

Herr Damour, befragt, ob er den Chromgehalt dieses Rutils aus Schweden ebenfalls als Verunreinigung und nicht zur Constitution des Minerals gehörig ansehe, theilte mir freundlichst brieflich mit:

»Le Titane oxydé chrômifère cité par Haüy se trouve engagé parait-il »»dans une roche talqueuse et verdâtre renfermant aussi du Quartz et des Tourmalines noires««. Cette roche talqueuse verdâtre pourrait bien être chrômifère, tout comme la gangue de votre dernier Rutile; et c'est encore à la presence, à un mélange de cette gangue qu'il est aussi permis d'attribuer l'association du Chrôme à l'Acide Titanique. Je verrai s'il est possible de retrouver de pareils échantillons dans nos collections de Paris. Il y aurait à examiner encore si la tourmaline qui les accompagne est chrômifère comme celle que vous avez déjà déterminée dans les gisements de l'Oural †).«

In dem Berliner mineralogischen Museum fanden sich nun einige Stücke des Rutil von Vestra-Fernebo, mit einer ausführlichen Etiquette von Ch. S. Weiss vor, aus welcher zu ersehen ist, dass die Stücke von Ekeberg herrühren. Auf denselben ist der braune Rutil von weissem Quarz, dichtem Feldspath, Chlorit und schwarzem Turmalin begleitet, welcher

*) Die 1/2 Meile von der Kirche des angrenzenden Kirchspiels liegenden Berge heissen Käring-brickan und werden häufig als die Fundstätte des chromhaltigen Rutils angeführt. Vergl. Ekeberg, kongl. Vetensk. Acad. nya Handl. Stockholm **24**, 45, 1803. Vergl. auch: Hisinger, Vers. einer mineral. Geogr. von Schweden, Uebers. von Blöde, 1819, 115.

) Ann. du Muséum d'hist.-nat. **6, 93—97, An XIII = 1805.

***) Traité de minéralogie 2ème éd. **4**, 338, 1822.

†) In Bezug auf den mit dem »Titanerz« vergesellschaftet auftretenden schwarzen Turmalin sagt Hisinger (l. c.), dass derselbe »meist verbrochen, selten mit Endflächen« sei und dass »seine Seitenflächen (Prisma) gestreift« seien. Sein spec. Gewicht von 3,0679 und seine leichte Schmelzbarkeit zu einem grauen Email würden vielleicht für Chromturmalin sprechen, bei dem Herr Cossa — diese Zeitschr. **7**, 11, 1882 — das spec. Gewicht zu 3,120 bestimmte und auch eine leichte Schmelzbarkeit zu einem grauen Email beobachtete. Allein C. G. Gmelin, der, meines Wissens, die einzige vorhandene Analyse des Turmalins von Käringbricka lieferte — Pogg. Ann. **9**, 174, 1827 — giebt keinen Chromgehalt in demselben an, allerdings auch blos 98,11% als Summe.

letztere die Hauptmasse ausmacht. Talk und Glimmer (die Ekeberg angiebt) sind fraglich. Von Chrommineralien ist Nichts zu sehen. — Von diesen Stücken hatte Herr Professor Websky die Güte eines zur Analyse zu opfern, welche auszuführen Herr C. Baerwald, Assistent am chemischen Laboratorium der kgl. geologischen Landesanstalt in Berlin, freundlichst übernahm. Diese Analyse, für deren Genauigkeit die früheren von Herrn Baerwald mit ausgezeichneter Sorgfalt und nach erprobten Methoden ausgeführten bürgen, wird nun zeigen, ob der Chromgehalt lediglich als zufällige Beimengung anzusehen ist oder eine bestimmte Rolle im Rutil spielt, was freilich mit den jetzt bestehenden Ansichten über die chemische Constitution des Rutils schwer in Einklang zu bringen und blos durch Annahme eines Bioxydes des Chroms oder eines Titantrioxydes, zugleich aber auch eines Titanmonoxydes zu erklären sein würde.

Eine Zusammenstellung der bisher am Rutil beobachteten Flächen möge hier am Schlusse noch Platz finden.

					Fundort	Autor	Jahr
1	334		$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}P$	?	Dana, Syst. of Min.?	1868?
2	*111	$*a'$	1	$*P$	?	Haüy, Traité de Min. 2e éd. 4, 335	1822
3	998			$\frac{9}{8}P$	Ilmenorutil, Ilmengebirge	Jeremejew, Verh. min. Ges. Petersb. [2], 6, 376	1871
4	221	$a^{\frac{1}{2}}$	2	$2P$	Binnenthal	Hessenberg, Min. Not. 2, 11	1858
5	508			$\frac{5}{8}P\infty$	Chromrutil, Kasslí, Ural	Arzruni	1883
6	*101	$*b'$	1—i	$*P\infty$	?	Haüy, l. c.	1822
7	*301	$b^{\frac{1}{3}}$	3—i	$3P\infty$	?	?	?
8	501			$*5P\infty$	Ilmenorutil, Ilmengebirge	Jeremejew, Verh. min. Ges. Petersb. [2], 4, 201	1869
9	212			$P2$	Stillup-Thal, Tirol	v. Zepharovich, Zeitschr. f. Kryst. 6, 238	1882
10	*321	$*(b^{\frac{1}{2}}b^{\frac{1}{3}}h')$	3—$\frac{3}{2}$	$*3P\frac{3}{2}$	St. Gotthard	Lévy, Coll. Heuland 3, 340 Taf. 76, Fig. 7	1837
11	518			$\frac{5}{8}P5$	Chromrutil, Kasslí, Ural	Arzruni	1883
12	328	$(a_{\frac{2}{3}})$	1—$\frac{3}{2}$	$*P\frac{3}{2}$	Magnet-Cove, Arkansas	Hessenberg, Min. Not. 5, 25	1863
13	*313	$*(a_{\frac{1}{3}})$	1—3	$*P3$	St. Gotthard	Lévy, l. c. Taf. 76, Fig. 6 und 7	1837
14	515			$P5$	Chromrutil, Kasslí, Ural	Arzruni	1883
15	*110	$*h'$	I	$*\infty P$	?	Haüy, l. c. 4, 299 1e éd.	1801
16	*100	$*m$	i—i	$*\infty P\infty$	?	Haüy, ibid.	1801
17	*320	$h^{\frac{3}{2}}$	i—$\frac{3}{2}$	$*\infty P\frac{3}{2}$	?	Miller, Pogg. Ann. 57, 479 u. Phil. Mag. [3], 17, 268	1842
18	430			$\infty P\frac{4}{3}$	Stillup-Thal, Tirol	v. Zepharovich, l. c.	1882
19	*210	$*h^2$	i—2	$*\infty P2$	?	Haüy, l. c.	1801
20	*310	h^3	i—3	$*\infty P3$	?	Mohs, Grundr. der Min. 2, 438	1824
21	*410	h^4	i—4	$*\infty P4$	?	Miller, l. c.	1842
22	*710	h^7	i—7	$\infty P7$	?	Miller, l. c.	1842
23	810			$\infty P8$	Chromrutil, Kasslí, Ural	Arzruni	1883
24	001		0	$*0P$	?	Miller, l. c.	1842

Anmerkung zu der Tabelle: Die vier ersten Columnen enthalten die Bezeichnungen der Rutilformen nach Miller, Lévy, Dana und Naumann, wobei in Col. II blos die von Des Cloizeaux (im Manuel de Minéralogie **2**, 196, 1874) und in Col. III die von Dana in Syst. of Min. angegebenen aufgeführt sind. Das * in Col. I bezeichnet die von Brooke und Miller (Elem. Introd. to Min. 1852, 224 — wo (301) blos als Zwillingsfläche erwähnt ist), in Col. II die von Lévy (Coll. etc. de Mr. Heuland, **3**, 338 u. ff. und Taf. 76), in Col. IV die von Kokscharow nach und nach (Mat. Min. Russlands **1**, 50, 1853; **2**, 352, 1854—57; **3**, 213, 1858; **4**, 36, 118, 1862; **5**, 193, 1866) aufgezählten Formen. Die Fragezeichen in den drei letzten Columnen bedürfen keiner weiteren Erläuterung.

Sonstige Literatur über Krystallformen des Rutils:

Des Cloizeaux, Ann. chim. phys. [3], **13**, 436, 1845.

Hessenberg, Min. Not. Heft I, 30, 1854.

Heusser, Pogg. Ann. **97**, 127, 1856.

Haidinger, Sitzungsber. Wien. Akad. **39**, 5, 1860.

G. Rose, Pogg. Ann. **115**, 643, 1862.

Kenngott, Miner. der Schweiz 238—259, Leipzig 1866. Nach Kenngott kommen im Dolomit von Imfeld, Binnenthal, Krystalle mit 102 und 201 vor (S. 247), die sonst nirgends angegeben werden. Messungen fehlen. Auch dürfte die Angabe $3P\frac{1}{2}$ (l. c. S. 258) an Krystallen des Medelser Thales auf einem Druckfehler beruhen und soll heissen: $3P\frac{3}{2}$ (d. h. 321). Kenngott giebt ferner an (l. c. S. 247) von Imfeld Pn, mPn, ∞Pn und von Campolongo (l. c. S. 249) mP mit $m > 1$. Ob darunter auch neue Formen sind, ist natürlich nicht zu ersehen.

Jeremejew, Verh. Min. Ges. St. Petersb. [2], **12**, 284, 1877; **13**, 449, 1878; **14**, 239, 1879. Bull. Acad. St. Petersb. **24**, 532, 1878 — auszugsweise in dieser Zeitschrift **1**, 393; **2**, 504; **3**, 445 (1877—1879).

XIX. Schwefel von Zielenzig.

Von

A. Arzruni in Breslau.

Neuerdings erhielt das Breslauer mineralogische Museum als Geschenk von Herrn Bergrath von Gellhorn in Frankfurt a. d. Oder einige aus der Braunkohlengrube Phönix bei Zielenzig (Provinz Brandenburg, ONO von Frankfurt a. d. Oder, S von Landsberg) stammende Handstücke einer sehr bröckeligen, rissigen Braunkohle mit deutlicher Holzstructur, deren Risse und Spalten von zahlreichen bis 2 mm grossen, ausgezeichnet scharfen und glänzenden Schwefelkrystallen dicht besetzt sind.

Auf meine Bitte, mich über das interessante Vorkommen und die Bildungsbedingungen des Schwefels zu belehren, hatte Herr von Gellhorn die grosse Gefälligkeit, mir eine eingehende Mittheilung zuzusenden, deren Hauptinhalt ich mit der Erlaubniss des Herrn Verfassers, unter dem Ausdruck meines aufrichtigsten Dankes, hier wörtlich wiedergeben will*).

»Etwa eine Viertelstunde südöstlich von Zielenzig, Kreis Ost-Sternberg, liegt die Braunkohlengrube consl. Phönix, welche zwei Flötze im Unter-Oligocän in Bau genommen hat. Von Tage nieder trifft man hier zunächst das Diluvium an in einer Stärke bis 16 m, darunter folgen alsbald die Lagen des Unter-Oligocän, vertreten durch Formsand 5 m, schwarzen Kohlenletten 5 m und darunter zwei Braunkohlenflötze mit rund 3 bezw. 5 m Stärke, nur durch ein schwaches Mittel von sandigem Thon von einander geschieden. In diesem Mittel fanden sich viele Knollen von Schwefeleisen. Unter dem zweiten Flötze endlich tritt feinkörniger Quarzsand auf. Die Flötze bilden einen flachen Sattel, welcher sich in der Richtung nach Norden allmählich ganz verflacht, und hier ist das die Lagerstätten trennende

---

*) Dieses Vorkommen wird übrigens schon von Herrn C. F. Zincken in den »Ergänzungen zu der Physiographie der Braunkohle«, Halle 1871, 53 erwähnt, jedoch ohne jegliche Details, so dass nicht zu ersehen ist, ob krystallisirter Schwefel gemeint ist. Zahlreiche Angaben über Auftreten von Schwefel in Braunkohlen findet man in dem Hauptwerke C. F. Zincken's: »Die Braunkohle und ihre Verwendung, 1. Theil: Physiographie der Braunkohle«, Hannover 1867, 203—205 und in den weiteren »Ergänzungen etc.« Leipzig 1878, 47.

Mittel vollständig verschwunden, aber das Schwefeleisen ist geblieben und durchschwärmt die Kohle nach oben wie nach unten ganz irregulär, theils in kleinen Knollen, zumeist in feinen Lagen, zwischen den Fasern der holzförmigen Braunkohle. Letztere ist sehr rissig und klüftig, aber gerade diese Stellen sind es, wo der uns speciell interessirende Schwefel in kleinen, zierlichen Kryställchen auftritt. Der Schwefel bildet also keine Lage, kein Mittel im Flötze, sondern findet sich mit Schwefeleisen zusammen in die Kohle eingestreut. — Es drängt sich nun die Frage auf: wie kommt der Schwefel in die Braunkohle? Nun, ich bin der Ansicht, dass er sich aus dem Schwefeleisen bildete, welches nämlich nicht Pyrit, sondern Markasit ist, der sich leicht in Eisenvitriol umwandelt. — Dieser Zersetzungsprocess geht in der Grube, in den Klüften der Kohle, gleichsam wie in kleinen Retorten, unter Wärmeentwickelung vor sich, wobei das Zweifach-Schwefeleisen einen Theil seines Schwefels beim Destilliren abgiebt. Wie gross die Wärmeentwickelung bei der Zersetzung des Markasites werden kann, das zeigen uns leider recht empfindlich unsere Grubenbrände in den Bergwerken, wo wir alle Wärmegrade vom geringsten an bis zur hellen Flamme beobachten können.«

Aus dieser Beschreibung geht mit unzweifelhafter Sicherheit hervor, dass wir es hier nicht mit sedimentärem Schwefel, sondern mit sublimirtem zu thun haben, dass hier also nicht eine Reihe successiver Umwandlungen und Zersetzungen des Markasites vor sich gegangen, nicht eine Abscheidung des Schwefels in Folge einer Bildung von Schwefelwasserstoff und Zersetzung desselben durch freie Schwefelsäure oder durch den Sauerstoff der Luft, nicht eine Bildung von Sulfaten der alkalischen Erdmetalle, speciell des Calciums, wie im Kalk- und Gyps-Gebirge, Reduction der Sulfate durch organische Substanzen zu Sulfiden und endlich Zersetzung dieser durch freie Säure unter Entwickelung von Schwefelwasserstoff u. s. w. anzunehmen ist. Der chemische Vorgang ist hier einfacher; er ist eine Folge der durch Oxydation und Sulfatbildung bedingten gewaltigen Wärmeentwickelung, die einerseits zu Kohlenbränden und Bildung von Sublimaten, andererseits zur stürmischen Zersetzung der Kiese (ohne gleichzeitige Erzeugung von Bränden) und Destillation des Schwefels, welcher dabei sublimirt, führen kann.

Dieser Process ist in der Literatur mehrfach angedeutet, jedoch niemals eingehend verfolgt worden. So erwähnt ihn Bischof zwar auf S. 864 seines 1. Bandes (2. Aufl. 1863), bemerkt aber gleich darauf auf der nächstfolgenden Seite, dass der Schwefel »was seine Hauptfundorte betrifft, stets durch Zersetzung von Schwefelwasserstoff entstanden ist«. — Die einzige darauf bezügliche genauere Angabe macht Plettner*), indem er

*) Die Braunkohlenformation der Mark Brandenburg. Zeitschr. d. d. geol. Ges. 4, 49—488, 1852. Vergl. speciell S. 361—364.

dem krystallisirten Schwefel der märkischen Braunkohle in der Grube Spudlow (zwischen Küstrin und Drossen) diesen Ursprung zuschrieb, während alle anderen Beobachter, die über gediegen Schwefel in der Braunkohle berichteten*), ihm mit einigen Modificationen dieselbe Entstehungsweise, wie die für den sedimentären angenommene und eben vorhin erwähnte, in letzter Linie auf die Zersetzung von Schwefelwasserstoff zurückführbare zuschreiben. K. C. von Leonhard erwähnt**) allerdings die Bildung von krystallisirtem Schwefel bei Kohlenbränden durch Sublimation; jedoch handelt es sich dabei um Steinkohlen (z. B. Duttweiler), die bekanntlich ein viel weiter fortgeschrittenes Stadium der Zersetzung also auch von Reinheit darstellen als Braunkohlen; ausserdem aber wird die Schwefelbildung als Folge des Brandes dargestellt, nicht als eine Erscheinung, die durch Ursachen (bedeutende Wärmeentwickelung) bedingt werden kann, welche unter Umständen auch einen Brand hervorzurufen vermögen. Dies zu betonen halte ich deswegen für nöthig, weil bei Zielenzig der Schwefelbildung kein Brand in der Grube vorangegangen war, ebenso wie auch aus Plettner's Beschreibung der Vorgänge in der Spudlower Grube zu entnehmen ist, dass der Brand daselbst einen Theil des bereits gebildeten Schwefels zerstörte, dass demnach auch vor dem Brande in der Grube Temperaturen geherrscht haben müssen, die eine Sublimation des Schwefels begünstigten.

H. Loretz nimmt an***), dass bei Bränden, die sublimirten Schwefel liefern, die Bildung von Schwefelwasserstoff und also auch von Schwefel nicht ausgeschlossen ist, dass aber sonst der Schwefel in Braunkohlen aus Sulfaten entstehen mag unter der reducirenden Wirkung nicht der Kohle selbst, sondern der in Umwandlung begriffenen bituminösen Bestandtheile†).

---

*) Vergl. darüber: 1837. C. Marx: Ueber die Braunkohlenablagerungen bei Helmstedt. Journ. für prakt. Chem. **10**, 53. 1843; Strippelmann (und Bunsen): Vorkommen von Gyps und Schwefel in Braunkohlen-Ablagerungen von Frielenhof bei Ziegenhayn, Kurhessen. Neues Jahrb. für Min. 1843, 809. — Dazu Bemerkungen über Bildung von Schwefel in einem bituminösen Alaunschiefer bei Hildesheim (Unterer Jura); in Torfablagerungen und Sümpfen; durch Zersetzung von bituminösem Gyps bei Bex (Canton Waadt). Ebenda eine Bemerkung der Redaction über Bildung von Schwefel auf Braunkohle bei längerem Liegen in Sammlungen.

**) K. C. von Leonhard, Ueber den Schwefel etc. Neues Jahrb. für Min. 1853, 273—298.

***) Ueber die in den fossilen Brennstoffen vorkommenden Mineralien. Neues Jahrbuch für Min. 1863, 654—688.

†) Zu dieser letzten Art von Bildungen gehört wohl aller sedimentärer Schwefel, ob als mariner oder sonstiger Absatz gedacht; ferner der durch Mitwirkung von Beggiatoa, der in Kloaken u. s. w. durch faulende organische Substanzen reducirte. Vergl. hierüber: Plauchud, Comptes rend. **95**, 1362, 1882; Etard et Olivier, ebenda **95**, 846, 1882. Haüy, Traité de min. 2ème édit. **4**, 418, 1822; Ulex, Jahrb. prakt. Chem. **57**, 330, 1853; Zimmermann, Zeitschr. d. d. geol. Ges. **4**, 625, 1852; Dau-

Diesen schreibt Gergens*) einen Schwefelgehalt zu, der durch höhere Temperaturen aus grösseren Teufen in Gestalt von Schwefelkohlenstoff nach den oberen Schichten getrieben werden und sich nachher als gediegener Schwefel daraus absetzen kann.

Eine andere beachtenswerthe Thatsache liegt hier noch vor, indem die Schwefelkrystalle von Zielenzig wie auch die bei Kohlenbränden entstandenen rhombisch sind, obwohl die hohen Temperaturen, die während ihrer Bildung geherrscht haben, das Antreffen der anderen, monosymmetrischen Modification wohl erwarten lassen. Herr G. vom Rath hatte solchen rhombischen, nach Mittheilungen von Herrn O. Silvestri beim Brande in der Grube Floristella (Sicilien) gebildeten Schwefel beschrieben**) und erwähnte später***), dass dieselbe Modification auch künstlich aus Schmelzfluss durch Herrn Jacob in Berlin erhalten worden wäre†). Im Schwefel von Zielenzig liegt also ein analoger Fall vor.

Die Schwefelkrystalle von Zielenzig, an denen Herr von Gellhorn die Formen (111), (001), (011) und eine stumpfere Pyramide erkannte, unterzog ich einer goniometrischen Untersuchung und beobachtete dabei ausser den erwähnten drei ersten Gestalten noch: (110), (101), (112), (113) und (115); im Ganzen also acht verschiedene Formen. Zwillinge scheinen hier nicht aufzutreten, denn die in seltenen Fällen aneinandergereihten Kryställchen erwiesen sich als unregelmässig, nicht symmetrisch mit einander verwachsen. Gewöhnlich sitzt jeder Krystall einzeln der Braunkohle auf. Obwohl sehr scharf ausgebildet, sind die Kryställchen selten ganz regelmässig entwickelt: am häufigsten sind sie flach nach einem Flächenpaar der Pyramide (111).

Die Messungen lieferten mir:

---

brée, Comptes rend. **92**, 101 und 1440, 1881, auch diese Zeitschr. **6**, 277. — Dem vulkanischen Schwefel kommt natürlich eine davon abweichende Bildungsweise zu.

*) Entstehung von Schwefelkrystallen in meiner Sammlung. Neues Jahrb. für Min. 1861, 551.

) Pogg. Ann. Erg.-Bd. **6, 356, 1874.

***) Sitzungsber. der niederrh. Ges. für Natur- und Heilkunde 6. Dec. 1875.

†) Und auch früher schon durch Brame, Comptes rend. **88**, 588, 1851. Ueber rhombischen Schwefel künstlich durch Sublimation, aus Schmelzfluss u. s. w. vergl. in Rammelsberg's krystallographisch-physik. Chemie **1**, 49—50, 1881, die Versuche von Gernez, Daubrée und Schützenberger. Auch die von Herrn Brezina — Sitzungsber. Wien. Akad. I, **60**, October 1869 — untersuchten flächenreichen Krystalle sind durch Sublimation entstanden.

	Gemessen:	Z.	Grenzwerthe:	Berechnet:	Br. ber.:
111 . $11\bar{1}$	36°50′	4	36°46½′—36°53½′	—	36°40′ 4″
111 . 113	26 28½	6	26 18½—26 35½	26°34′ 10″	26 29 50
113 . 115	14 7	6	14 2 —14 11½	14 2 20	14 3 21
115 . 001	31 8	4	30 59½—31 20½	30 59 30	31 6 47
112 . 113	15 2½	4	14 53½—15 9	15 14 40	15 12 2
113 . 001	45 3½	1	—	45 1 50	45 10 8
111 . 110	18 23	7	18 16½—18 29	18 25 0	18 20 2
111 . 112	11 23	3	11 14 —11 31	11 18 30	11 17 48
111 . 011	47 26	4	47 25 —47 27	—	47 30 19
111 . 101	36 48½	4	36 46 —36 50½	36 44 10	36 42 50
111 . $10\bar{1}$	56 22½	1	—	56 28 20	56 18 14
115 . $\bar{1}15$	38 12½	1	—	37 53 0	37 59 0

Die unter »Br. ber.« in der letzten Columne angeführten durch Herrn Brezina aus seinen Messungen an künstlichen sublimirten Krystallen von Oker am Harz (Sitzungsber. Wien. Akad. I, **60**, October 1869) berechneten Werthe zeigen einige Abweichungen von den hier gewonnenen, was auch aus den beiden Axenverhältnissen ersichtlich ist:

$$a : b : c = 0{,}81365 : 1 : 1{,}89863 \text{ Zielenzig,}$$
$$= 0{,}81078 : 1 : 1{,}90053 \text{ Oker.}$$

Schon Herr Brezina machte aufmerksam auf die Abweichungen der Axenverhältnisse der natürlichen Schwefelkrystalle verschiedener Vorkommnisse unter sich und von denen künstlicher, die auch unter einander Differenzen bereits in der dritten Decimale aufweisen. Erweist auch die chemische Untersuchung die vollkommene Reinheit der Substanz, so unterliegt es doch wohl keinem Zweifel, dass die Bildungsbedingungen auf die krystallographischen Constanten einen Einfluss ausüben müssen, dass, mit anderen Worten, die Beschaffenheit der Lösungen, ihre Verunreinigungen, die nicht nothwendig in die Krystalle mit überzugehen brauchen, sowohl in der Verschiedenheit des Habitus, wie der krystallographischen Constanten ihre Wirkung zum Ausdruck bringen. In diesem Sinne will ich auch Herrn Brezina's Ausspruch, dass »bekanntlich eine Verschiedenheit des Habitus nicht selten von einer Verschiedenheit der Elemente begleitet« sei, verstehen und demselben beistimmen. Uebrigens ist es nicht gesagt, dass eine vollkommene Reinheit einer Substanz vorliege, wenn die analytischen Methoden keine fremden Beimengungen nachzuweisen vermögen, zumal es fraglich erscheint, ob alle krystallographisch untersuchten und ihren Elementen nach different gefundenen Schwefelvarietäten in der That auch analytisch auf ihre absolute Reinheit geprüft worden sind.

XX. Groddeckit — ein neuer Zeolith von St. Andreasberg am Harz.

Von

A. Arzruni in Breslau.

Während eines mehrwöchentlichen Aufenthaltes im verflossenen Herbst (1882) in St. Andreasberg am Harz hatte ich Gelegenheit einige Beobachtungen an den dortigen Gangmineralien anzustellen, wozu die auf Veranlassung des ehemaligen Bergwerkdirectors, Herrn Bergrath a. D. Strauch, angelegte und im Grubengebäude sorgfältig aufgestellte Sammlung ein lehrreiches Material darbot. Den Herren Bergrath a. D. Strauch, Bergwerksdirector Dörell und Obersteiger Müller bin ich zu grossem Danke verpflichtet für die freundlichen Mittheilungen, die meine eigenen Beobachtungen zu vervollständigen und zu controliren geeignet waren, aber auch für die stetige Bereitwilligkeit, mit der mir die Sammlung, die Pläne und Karten zur Verfügung gestellt wurden. —

Meine Studien führten mich darauf von St. Andreasberg nach Clausthal, dessen Bergakademie bekanntlich die reichsten Schätze der St. Andreasberger Vorkommnisse birgt, und welche ich, bei dem Zweck, den ich verfolgte, nicht unberücksichtigt lassen durfte. Hier hatte ich die Freude, die aufopferndste und belehrendste Unterstützung von Seiten des Herrn Directors der Bergakademie, Bergrath Dr. A. von Groddeck zu geniessen und aus einem genauen Grubenkataloge die authentischsten Daten über den Fundpunkt jedes einzelnen Stückes zu entnehmen, d. h. eine präcise Angabe des Ganges, der Sohle und der Entfernung des Punktes vom Hauptschachte, sowie des Jahres, in welchem die betreffende Stufe gesammelt wurde. Herrn von Groddeck bin ich in mehr als einer Beziehung dankbar und freue mich auch an dieser Stelle Gelegenheit zu haben, das zum Ausdruck zu bringen.

Eine eingehendere Mittheilung über meine Studien, deren auf die paragenetischen Verhältnisse der St. Andreasberger Gangmineralien sich beziehenden Resultate nicht ohne Interesse erscheinen dürften, behalte ich

mir für einen geeigneteren Zeitpunkt vor und will vorläufig nur kurz bemerken, dass es mir gelungen ist, auf Grund von Beobachtungen bestimmter Mineralassociationen, besonders aber durch typische Formen des in St. Andreasberg bekanntlich so formenreichen Kalkspathes, die einzelnen Gänge von einander zu unterscheiden. Ich hatte mich zwar zu überzeugen Gelegenheit gehabt, dass die Unterscheidung der Stufen und ihre Zurückführung auf bestimmte Gänge für Diejenigen, die durch langjährige Praxis mit den Verhältnissen in der Grube vertraut sind, keine Schwierigkeit darbietet und mit einer fast nie fehlgehenden Sicherheit geschieht — wie ich sie oft genug bei Herrn Obersteiger Müller bewunderte — diese charakteristischen Merkmale hatten aber, meines Wissens, bisher in der Literatur nirgends Erwähnung, keinen präcisen Ausdruck gefunden.

Hier soll nur über ein Mineral aus der Gruppe der Zeolithe berichtet werden, welches ich unter den Suiten des Clausthaler Museums vorfand, und das, meiner Vermuthung entsprechend, sich als neu herausstellte: Messungen und Analyse lieferten den Beweis. Als Ausdruck meiner Dankbarkeit und Verehrung für den hochgeschätzten Director der Bergakademie zu Clausthal will ich dieses neue Mineral nach Ihm — Groddeckit benennen.

Der Groddeckit fand sich blos auf einer Stufe vor, die die Nummer 286 trägt, und, wie dem erwähnten, ausführlichen Cataloge zu entnehmen ist, im Jahre 1867 auf der 29. Firste des Franz-Auguster Ganges, 280 m tief, nördlich vom Hauptschacht gesammelt wurde. Die Krystalle, höchstens $3\frac{1}{2}$ mm gross, meist bedeutend kleiner, sind stark glasglänzend und vollkommen wasserhell. Sie bedecken einen grösseren Kalkspathkrystall mit seidenglänzender*) Oberfläche, sowie eine Reihe kleinerer, zu stalaktitenartigen Zapfen gruppirter Kalkspathkrystalle, die ihrerseits einer Breccie eines grünlichgrauen, umgewandelten, kieselschieferartigen Gesteins aufsitzen. Die einzelnen eckigen Stücke der Breccie sind mit Kalk verkittet, wobei die zurückgebliebenen, gleichfalls eckigen, unregelmässigen Hohlräume mit kleinen, glänzenden Quarzkryställchen von der Combination $10\bar{1}1$, $\bar{1}011$, $10\bar{1}0$ überkleidet erscheinen. Neben den Kalkspathkrystallen finden sich solche von Bleiglanz (Combination: 100, 111), Schüppchen resp. Täfelchen von Magnetkies, welche zum Theil auch von dem Zeolith umschlossen sind. Die Krystalle des Groddeckits besitzen eine Härte, die zwischen 3 und 4 betragen dürfte, indem sie sich mit dem Messer deutlich ritzen lassen. Sie bieten die Combination eines Rhomboëders, eines rhomboëderähnlichen ge-

*) Der Seidenglanz ist dadurch bedingt, dass hier ein Alterniren der Basis (0001) mit einem fast die Lage von $(10\bar{1}1)$ besitzenden, matten, stumpfen Skalenoëder stattfindet, dessen Indices nicht zu bestimmen sind. Die Abwechselung von Matt und Glänzend bedingt den auffallenden Schimmer.

wendeten Skalenoëders und des directen hexagonalen Prismas dar. An den verschiedenen Krystallen ist bald die eine bald die andere Gestalt grösser entwickelt, jedoch ist der Unterschied der Flächenausdehnung oft sehr gering. Das directe hexagonale Prisma alternirt meist mit dem Rhomboëder, wodurch der der Rhomboëderfläche zunächst gelegene Theil der Prismenfläche mit einer feinen horizontalen Streifung versehen ist. Der Habitus dieser Krystalle kommt demjenigen des Gmelinits ausserordentlich nahe, mit dem der Groddeckit, wie gezeigt werden soll, grosse Analogieen aufweist, mit dem er aber nicht zu vereinigen ist, wenngleich er doch als eine Varietät desselben angesehen werden muss. Im Ganzen dürften etwa an 40 Groddeckitkryställchen der Stufe aufsitzen. Davon wurden drei abgelöst und zur Messung verwendet. Eine Anzahl anderer diente zur Analyse, die auf Veranlassung des Herrn von Groddeck durch Herrn Dr. Broockmann in Clausthal, dem ich hier meinen aufrichtigsten Dank für seine Mühe ausspreche, ausgeführt wurde. —

»Das von eingeschlossenem Magnetkies«, schreibt mir Herr Broockmann, »aufs Sorgfältigste gereinigte und bei 100° getrocknete Material im Gewichte von 0,0559 g wurde nach bekannten Methoden analysirt und lieferte folgende procentische Zusammensetzung:

I.			Mol.-Verh.:		
	Kieselsäure	51,2	0,853		5
	Thonerde	12,0	0,117	0,165	1
	Eisenoxyd	7,7	0,048		
	Kalk	1,1	0,020		
	Magnesia	3,3	0,082	0,175	1
	Natron (Diff.)	4,5	0,073		
	Wasser	20,2	1,122		6,5
		100,0			

Die Zusammensetzung des normalen Gmelinits ist:

II.				
	$4\,SiO_2$	240	oder	47,10 %
	Al_2O_3	102,6		20,13
	$\frac{1}{2}CaO$	28		5,49
	$\frac{1}{2}Na_2O$	31		6,08
	$6\,H_2O$	108		21,20
		509,6		100,00

Einem Gmelinit, der durch isomorphen Austausch $^1/_4$ der Thonerde als Eisenoxyd und $^4/_5$ des Kalkes als Magnesia enthält, Verhältnisse, welche sich aus I. durch Rechnung ergeben, käme folgende Zusammensetzung zu:

III.

$4\ SiO_2$	240,0	46,4 %
$\frac{3}{4}\ Al_2O_3$	77,0	14,9
$\frac{1}{4}\ Fe_2O_3$	40,0	7,7
$\frac{1}{10}\ CaO$	5,6	1,1
$\frac{4}{10}\ MgO$	16,0	3,1
$\frac{1}{2}\ Na_2O$	31,0	6,0
$6\ H_2O$	108,0	20,8
	517,6	100,0

Durch Vergleich der drei procentualen Zusammensetzungen ist ersichtlich, dass der gefundene Kieselsäuregehalt bedeutend zu hoch ausgefallen ist, was seinen Grund darin hat, dass das Material, trotz aller, beim Aussuchen reiner Stücke, angewandten Sorgfalt, nicht Quarz-frei ausgefallen war. Legt man das Verhältniss der Basen zur Kieselsäure des bei III. berechneten Gmelinites (1,1552 : 1) zu Grunde, so würden sich für die gefundenen Werthe folgende Verhältnisse ergeben:

IV.

Kieselsäure	46,4
Thonerde	13,2
Eisenoxyd	8,5
Kalk	1,2
Magnesia	3,5
Natron	5,0
Wasser	22,2
	100,0

Demnach wäre der vorliegende Zeolith ein dem bei III. berechneten Magnesia-Eisenoxyd-Gmelinit sehr ähnlicher Körper.«

Allerdings harmonirt die von Herrn Broockmann direct durch die Analyse gefundene procentische Zusammensetzung (I.) des Groddeckits mit den durch Discussion gewonnenen Werthen (IV.) nicht vollkommen, und sicher würde bei einer erneuten Analyse (an welche in Folge der Kostbarkeit des Materials vorläufig leider nicht gedacht werden kann) die Annahme, dass der etwas zu hohe Kieselsäuregehalt beigemengtem Quarz zuzuschreiben sei, eine Bestätigung finden. Allein es ist auch eine andere Interpretation dieser Analyse möglich und sogar berechtigt, nachdem Herr A. Streng in seiner bekannten, schönen Arbeit*) dargethan, dass die Mineralien der Chabasitgruppe einen um so höheren Wassergehalt aufweisen, je reicher sie an Kieselsäure sind, eine Beobachtung, welche den genannten Autor in die Lage versetzte, die Formeln für die reinen in den Chabasiten sich mischenden Verbindungen aufzustellen. — Die Analyse

*) A. Streng, Ueber den Chabasit. XVI. Bericht der Oberhess. Ges. für Natur- und Heilkunde 1877, 74—123, auch diese Zeitschr. **1**, 519.

des Herrn Broockmann führt, wie oben schon gezeigt wurde, zum Molekularverhältniss

$$\overset{II}{R}O : (Al, Fe)_2O_3 : SiO_2 : H_2O = 1 : 1 : 5 : 6{,}5.$$

Nach Herrn Streng's Formeln würde aber 6,5 H_2O 4,5 SiO_2 entsprechen, was mit dem Experiment des Herrn Broockmann recht befriedigend stimmt. Ein anderes und zwar unbestreitbares und wichtiges Ergebniss der Analyse ist ferner der namhafte Magnesiumgehalt des Groddeckits, was deswegen bemerkenswerth, weil keine einzige bisher bekannt gemachte Analyse irgend eines Gliedes der Zeolithgruppe diese Thatsache unzweifelhaft nachgewiesen hatte. Zwar hatte Herr Bechi eine Anzahl Zeolithe aus der Grube Montecattini als Magnesiumhydrosilicate beschrieben, der wichtigste derselben erwies sich aber nachträglich als Magnesia-frei*). Es ist auch der hohe Eisenoxydgehalt von fast 8 % im Groddeckit hervorzuheben, wie ein solcher bisher nicht einmal annähernd in irgend einem anderen Zeolith beobachtet worden ist.

Hinsichtlich der Winkel seiner Krystalle weicht der Groddeckit von den übrigen Gmeliniten in viel geringerem, ja in kaum nennenswerthem Maasse ab, wenn man die so oft betonte auffallende Schwankung der Flächenneigungen bei allen Mineralien der Chabasitgruppe berücksichtigt**).

Die anzuführenden Winkeltabellen werden zeigen, dass diese Schwankungen auch an einem und demselben Krystall bereits sehr beträchtlich sind, noch grösser von einem Krystall zum anderen.

Es ist mir nicht gelungen mit Sicherheit festzustellen, ob beim Groddeckit die Combination durchgängig aus dem primären Rhomboëder und einem diesem sehr nahe kommenden gewendeten Skalenoëder besteht, oder ob die erstere dieser Gestalten ebenfalls ein Skalenoëder ist, bei dem manchmal je eine Fläche in jedem der Dodekanten in unregelmässiger Weise zur Entwickelung gelangt ist. Wenn die Messungen auch nicht gestatteten ein sicheres Zeichen für das Skalenoëder aufzustellen, so ist dessen Gegenwart dennoch unzweifelhaft und an allen Krystallen constatirt worden. Diese hemiëdrische Form, welche, meines Wissens, an Gmeliniten nicht beobachtet worden ist, würde vielleicht als charakteristisch für den Groddeckit anzusehen sein.

Ich maass an der stumpferen (längeren) Polkante dieser Form den Winkel

$$4^0\ 19' — 4^0\ 40\tfrac{1}{2}',$$

an der spitzeren, kürzeren

$$65^0\ 54' — 67^0\ 42'.$$

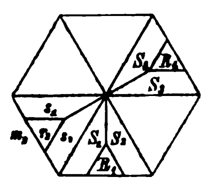
*) E. Bamberger, diese Zeitschr. 6, 32.

**) Streng, l. c. Vergl. auch Fr. Tamnau, »Monographie des Chabasits« (Neues Jahrb. für Min. etc. 1836, 635—658, speciell S. 656.

Die benachbarten Flächen der einander zu einer dihexagonalen Pyramide ergänzenden Skalenoëder lieferten als sichersten Werth ihrer Neigung zu einander

$$36^0\ 22\tfrac{1}{2}'.$$

Es sind dies aber lauter Zahlen, die sich zu einer Rechnung kaum verwerthen lassen und zu einem sehr zweifelhaften Symbol für das Skalenoëder führen.



Wenn aber die Winkelwerthe der Rhomboëder und Skalenoëder für sich und ihre Neigungen zu einander auch in einander greifen, so lassen die Mittel der analogen Winkelgrössen dennoch unzweifelhaft eine regelmässige Reihe erkennen, wie ein Blick auf folgende Zahlen lehrt (vergl. auch die schematische Figur).

	Mittel:	Grenzwerthe:	Zahl d. Mess.:
$S_2 : S_3$	$= 67^0\ 1'$	$65^0 54' - 67^0 42'$	3
$S_2 : R_4$	$= 67\ 15$	$66\ 5\frac{1}{2} - 67\ 54$	4
$S_1 : R_4$	$= 67\ 51$	$66\ 59\frac{1}{2} - 68\ 22$	4
$R_1 : R_4$	$= 67\ 54$	$67\ 47\frac{1}{2} - 68\ 6$	4
$S_1 : S_3$	$= 68\ 3\frac{1}{2}$	$67\ 38 - 68\ 10$	4
$S_1 : S_4$	$= 68\ 31\frac{1}{2}$	$68\ 16 - 68\ 47$	2
$S_1 : s_2$	$= 36\ 22\frac{1}{2}$	—	1
$S_1 : r_2$	$= 36\ 40\frac{1}{2}$	$35\ 57 - 37\ 32\frac{1}{2}$	7
$S_1 : s_1$	$= 36\ 59\frac{1}{2}$	$36\ 57\frac{1}{2} - 37\ 1\frac{1}{2}$	2
$R_1 : r_2$	$= 37\ 28$	$36\ 48 - 38\ 0\frac{1}{2}$	3
$S_2 : r_2$	$= 37\ 41\frac{1}{2}$	$37\ 0\frac{1}{2} - 38\ 35\frac{1}{2}$	5
*) $S_2 : s_1$	$= 37\ 36\frac{1}{2}$	—	1
$S_1 : m$	$= 71\ 16$	$71\ 9 - 71\ 24\frac{1}{2}$	3
$R_1 : m$	$= 71\ 21$	$70\ 59\frac{1}{2} - 71\ 42\frac{1}{2}$	2
$S_2 : m$	$= 71\ 53$	$71\ 48 - 71\ 58$	3

Der Gmelinit von St. Andreasberg, mit dem der Groddeckit zunächst zu vergleichen sein würde, ist von Herrn Des Cloizeaux**) und H. Guthe***) gemessen, seine Zusammensetzung ist aber weder von diesen Forschern, noch von anderen mitgetheilt worden, was sicher mit der Seltenheit des Auftretens auch dieses Minerals an der genannten Localität zusammenhängt. — Im Berliner mineralogischen Museum befinden sich drei reiche Stufen

*) Dieser Werth gehört an diese Stelle hin, passt aber nicht in die Reihe. Er ist übrigens blos einmal gemessen worden.

**) Man. de Minéralogie 1, 396, 1862.

***) Zwanzigster Jahresber. (1869/1870) der naturhist. Gesell. Hannover 1871, 52. Diese schwer zugängliche Publication wurde mir von Herrn Ulrich in Hannover gütigst zur Verfügung gestellt, wofür ich genanntem Herrn auch hier meinen verbindlichsten Dank ausspreche.

dieses Vorkommens, welches G. Rose zwar für Chabasit gehalten hatte, jedoch mit der Bemerkung auf einer der Etiquetten: »Die Chabasitkrystalle sehr merkwürdig; daneben braune Zinkblende.« — Eine der genannten Stufen, welche Dank der bekannten Bereitwilligkeit, mit welcher Herr Websky stets den Fachgenossen entgegenkommt, seit Kurzem in den Besitz des Breslauer mineralogischen Museums übergegangen ist, lieferte mir ein erwünschtes Material zum Vergleich der Krystallform dieses Gmelinits — wie ich das Mineral bezeichnen will, da noch keine Analyse, die diese Annahme modificiren könnte, davon vorliegt — mit der des Groddeckits. Die Krystalle sitzen auf einer das bekannte St. Andreasberger Ganggestein überziehenden Quarzkruste, neben tetraëdrisch entwickelten glänzenden braunrothen Blende-Krystallen, und weisen die Formen $10\bar{1}1$, $\bar{1}011$ und $10\bar{1}0$ auf, und zwar vollkommen in der bei Dana (Syst. of min. 1869, 436) in Figur 400 wiedergegebenen Ausbildung. Der einzige Unterschied ist, dass das herrschende Rhomboëder ($10\bar{1}1$) in auffallender Weise aus dreieckigen, treppenartig übereinander geschichteten Auflagerungen aufgebaut ist, deren Umrisse vollkommen mit denen der Flächen selbst übereinstimmen. Das Gegenrhomboëder $\bar{1}011$ ist im Gegentheil ganz eben. — Die an diesen Krystallen gewonnenen goniometrischen Resultate stimmen mit den von Herrn Des Cloizeaux berechneten Werthen weniger gut überein, als dies hinsichtlich des Groddeckits der Fall ist. Es ist daher nicht unmöglich, dass dem französischen Gelehrten in den St. Andreasberger Krystallen nicht der eigentliche Gmelinit, sondern die durch Herrn Broockmann's Analyse nunmehr als besondere Varietät erkannte Magnesia-Eisenoxyd-Verbindung vorlag, welche, beiläufig gesagt, in Folge der allen Chabasitmineralien eigenthümlichen geringen Constanz der Winkel, goniometrisch nur schwer von den übrigen Gmeliniten sich unterscheiden lässt, dagegen durch die an ihren Krystallen auftretenden Skalenoëder kenntlich ist.

In der hier folgenden Zusammenstellung der Winkelwerthe, deren Disposition keiner weiteren Erläuterungen bedarf, ist die Zahl der gemessenen gleichwerthigen Winkel in derselben Columne mit den Mitteln, gleich hinter diesen eingeklammert angegeben.

	Gmelinit			Groddeckit			Des Cloizeaux		Guthe
	gemessen:	Grenzwerthe:	ber.:	gemessen:	Grenzwerthe:	ber.:	ber.:	gem.:	gem.:
$0\bar{1}1 . 1\bar{1}00$	71° 21′ (26)	70° 21½′ - 72° 8½′	71° 10′	71° 21′ (3)	70° 59½′ - 71° 42½′	71° 16½′	71° 16½′	—	—
$0\bar{1}1 . 1\bar{1}01$	37 40 (8)	36 29½ - 38 19½	—	37 28 (3)	36 48 - 38 0½	37 27	37 27	37° 23′	—
$0\bar{1}1 . \bar{1}011$	80 29 (4)	80 22 - 80 43	80 25½	80 0¾ (10)	79 37 - 80 46½	79 53	79 54	79 44	—
$0\bar{1}1 . 10\bar{1}0$	50 0 (4)	49 19½ - 50 23	49 47	50 3½ (18)	49 7 - 50 44½	—	50 3	—	49° 49′
$0\bar{1}1 . \bar{1}101$	68 7½ (5)	67 50 - 68 27½	67 55	67 54 (4)	67 47½ - 68 6	67 33	67 34	67 55	67 50

Aus obigen Zahlen ergiebt sich für den Groddeckit das Axenverhältniss:

$$a : c = 1 : 0,72518.$$

Die Spaltbarkeit am Groddeckit ist eine äusserst unvollkommene nach dem Prisma $(10\bar{1}0)$.

Die Resultate vorliegender Beobachtungen sind:

1) Der Groddeckit von St. Andreasberg ist ein neues Glied der Chabasitgruppe, ein Magnesia-Eisenoxyd-Gmelinit von der Zusammensetzung:

$$(Mg, Na_2)_2(Al_2, Fe_2)_2Si_9O_{26} + 13H_2O$$

oder allgemein ausgedrückt:

$$(\overset{II}{R}, \overset{I}{R}_2)\overset{IV}{R}_2Si_{4,5}O_{13} + 6,5H_2O,$$

welche genau die Mitte zwischen den durch Herrn Streng aufgestellten Formeln II. und III. einnimmt.

2) Ihrem Habitus nach sind die Krystalle des Groddeckits denjenigen mancher Gmelinite vollkommen entsprechend, bis auf das sich bei ihnen zeigende Bestreben, die Rhomboëder durch fast dieselbe Lage besitzende Skalenoëder zu ersetzen.

3) Die Winkelwerthe sind beim Groddeckit, wie bei allen Gliedern der Chabasitgruppe, sehr schwankend und von denen des Gmelinits kaum abweichend. Die Spaltbarkeit stimmt mit der des Gmelinits überein. Der Groddeckit ist demnach dem Gmelinit isomorph.

XXI. Beiträge zur Kenntniss der schlesischen Kalinatronfeldspäthe.

Von

A. Beutell in Breslau.

(Mit Taf. VI u. VII.)

Die grundlegende Arbeit von Des Cloizeaux*) über den Mikroklin war die Veranlassung, dass auch die in den schlesischen Graniten auftretenden, durch den Reichthum ihrer Formen und Zwillingsbildungen seit langer Zeit bekannten Kalifeldspäthe auf ihr krystallographisch-optisches Verhalten eingehend geprüft wurden. So erfuhren neuerdings die Feldspäthe aus dem Granit von Königshayn durch Woitschach**) und jene aus dem Granitit des Riesengebirges durch Klockmann***) eine Untersuchung, welche ihren triklinen Charakter unzweifelhaft ergeben hat. Hiermit kann indess die Untersuchung dieser Feldspäthe keineswegs als abgeschlossen gelten. Vor Allem vermisst man in den Arbeiten dieser beiden Autoren die Ermittelung der chemischen Zusammensetzung und demgemäss auch eine Erörterung der Frage nach dem Zusammenhang der chemischen und optischen Eigenschaften. Die ältere treffliche Arbeit Becker's†) über die Kalifeldspäthe von Striegau ist ohne Benutzung des Mikroskops ausgeführt. Die Feldspäthe der Granite, welche den Gneiss des Eulengebirges und des nördlich vorgelagerten Hügellandes gangartig durchsetzen, entbehren bis

---

*) Des Cloizeaux, Mémoire sur l'existence, les propriétés optiques et cristallographiques et la composition chimique du microclin, suivi de remarques sur l'examen microscopique de l'Orthose et des divers feldspaths tricliniques. Ann. de Chimie et de Phys. 1876 (5), 9. Diese Zeitschr. 1, 76.

**) Woitschach, Das Granitgebirge von Königshayn. Abhandl. der naturf. Ges. Görlitz 1881, 17. Diese Zeitschr. 7, 82.

***) Klockmann, Beitrag zur Kenntniss der granitischen Gesteine des Riesengebirges. Zeitschr. der deutschen geol. Ges. 1882, 34, 373. Diese Zeitschr. 8, 845.

†) Becker, Ueber das Mineralvorkommen im Granit von Striegau. Inaug.-Diss. Breslau 1868.

jetzt der genaueren Prüfung. Die vorliegende Arbeit hat daher den Zweck, einige Beiträge zur weiteren Erforschung der Feldspäthe der schlesischen Granite zu liefern. Das zu Grunde liegende Material befindet sich im mineralogischen Museum der Universität Breslau und wurde mir von Herrn Geh. Rath F. Römer mit dankenswerther Bereitwilligkeit zur Bearbeitung anvertraut. Dasselbe hat in neuester Zeit eine wesentliche Bereicherung erfahren durch Herrn H. Mende in Lomnitz bei Hirschberg und namentlich durch Herrn J. Zimmermann in Striegau.

Die optische Untersuchung der Feldspäthe beschränkte sich in der vorliegenden Arbeit auf die Bestimmung der Auslöschungsschiefen auf den Hauptspaltungsflächen $P(001)$ und $M(010)$. Sie wurde im Natrium-Lichte mit einem Mikroskop von R. Fuess ausgeführt. Da die Schärfe der Einstellung auf das Maximum der Dunkelheit von der Breite der Lamellen abhängig ist, so sind die an den verschiedenen Feldspäthen gemessenen Auslöschungsschiefen nicht von gleicher Genauigkeit. Daher war es bei dem Vergleich der beobachteten und der aus der Analyse berechneten Auslöschungsschiefe nothwendig, den wahrscheinlichen und den Maximalfehler einer jeden Beobachtung zu berechnen. Ich werde im Folgenden den ersteren mit d_w, den letzteren mit d_m bezeichnen.

Mikroklin aus dem Granitit des Riesengebirges.

a. Optische Eigenschaften und chemische Zusammensetzung.

Die von Klockmann als Mikroklin mit eingelagertem Albit erkannten Kalinatronfeldspäthe, welche die Drusenräume des Riesengebirgsgranitits auskleiden, bieten in Dünnschliffen parallel $P(001)$ unter dem Mikroskop bei gekreuzten Nicols ein ziemlich complicirtes Bild dar, weil der Mikroklin und der Albit aus zwei Scharen von Zwillingslamellen bestehen, welche durch das Albitgesetz mit einander verbunden sind. Wegen der grossen Feinheit der Lamellen erscheinen die Zwillingsgrenzen nur in sehr dünnen Schliffen vollkommen scharf; in dickeren Schliffen sind diese Grenzen in Folge der Uebereinanderlagerung verschieden orientirter Lamellen undeutlich. Für den Mikroklin ist charakteristisch, dass die ihn zusammensetzenden Zwillingslamellen ganz unregelmässig gegen einander abgegrenzt sind (Fig. 1). Seine Auslöschungsschiefe schwankt bei verschiedenen Krystallen zwischen 14° 0′ und 16° 20′, und zwar scheinen den frischeren Varietäten die kleineren, den mehr zersetzten die grösseren Auslöschungsschiefen anzugehören. Die nach Des Cloizeaux für den Mikroklin so charakteristische Gitterstructur wurde an den Mikroklinen des Riesengebirges weder von Klockmann noch von mir beobachtet.

Die eingelagerten Albitbanden verlaufen ungefähr in der Richtung der Kante [Px] und zeigen eine feine Zwillingsstreifung. Ihre Auslöschungsschiefe differirt bei verschiedenen Krystallen zwischen 3° 10′ und 6° 30′.

In Dünnschliffen parallel M(010) beträgt die Auslöschungsschiefe des Mikroklins im Minimum 4° 0′, im Maximum 6° 15′, die des Albits 16° 20′ und 19° 30′. Die Albitbanden sind hier nicht nach einer bestimmten Richtung vorherrschend ausgedehnt, sondern unregelmässig begrenzt.

Ein recht frisch aussehender, blass fleischrother Mikroklin von Schwarzbach bei Hirschberg wurde analysirt:

I^a. 0,8096 g Feldspath ergaben mit kohlensaurem Natron-Kali aufgeschlossen: 0,5235 g Kieselsäure, 0,1510 g Thonerde, 0,0024 g Eisenoxyd, 0,0030 g Kalk, 0,0039 g Glühverlust, und Magnesia in Spuren.

I^b. 0,9239 g desselben Feldspaths mit wässeriger Fluorwasserstoffsäure aufgeschlossen ergaben: 0,1702 g Thonerde, 0,0028 g Eisenoxyd, 0,0028 g Kalk, 0,1226 g Kali, 0,0202 g Natron, sowie Magnesia in Spuren.

	I^a.	I^b.	Mittel I.
Kieselsäure	64,66	—	64,66
Thonerde	18,76	18,54	18,65
Eisenoxyd	0,30	0,30	0,30
Kalk	0,37	0,30	0,33
Magnesia	Spur	Spur	Spur
Kali	—	13,27	13,27
Natron	—	2,19	2,19
Glühverlust	0,48	—	0,48
			99,88

Da der Kalkgehalt sehr gering ist, so kann der gemischte Feldspath, nachdem die aus dem Kalk sich ergebenden Mengen Kieselsäure und Thonerde abgezogen sind, als Kalinatronfeldspath berechnet werden. Die Berechnung wurde nach der von R. Bunsen*) vorgeschlagenen Methode ausgeführt. Zur grösseren Bequemlichkeit wurde folgende, der Bunsenschen Tabelle für die Kalknatronfeldspäthe ganz analoge Tabelle für die gewichtsprocentische Zusammensetzung der Kalinatronfeldspäthe berechnet:

α	Kieselsäure:	Thonerde:	Kali:	Natron:
0,00	64,61	18,49	16,90	0,00
0,05	64,81	18,55	16,05	0,59
0,10	65,00	18,61	15,21	1,18
0,15	65,20	18,66	14,36	1,78

*) R. Bunsen, Berechnung gemischter Feldspäthe. Ann. der Chem. und Pharm. 1868, VI. Suppl.-Bd. 189—196.

α	Kieselsäure:	Thonerde:	Kali:	Natron:
0,20	65,40	18,71	13,53	2,36
0,25	65,60	18,77	12,68	2,95
0,30	65,81	18,83	11,82	3,54
0,35	66,00	18,88	10,98	4,14
0,40	66,20	18,94	10,13	4,73
0,45	66,39	19,00	9,29	5,32
0,50	66,59	19,06	8,44	5,91
0,55	66,79	19,11	7,60	6,50
0,60	66,99	19,17	6,75	7,09
0,65	67,19	19,23	5,90	7,68
0,70	67,39	19,28	5,06	8,27
0,75	67,59	19,34	4,21	8,86
0,80	67,79	19,39	3,36	9,46
0,85	67,99	19,45	2,51	10,05
0,90	68,19	19,50	1,67	10,64
0,95	68,38	19,56	0,83	11,23
1,00	68,57	19,62	0,00	11,81

$g_1 = 0{,}0363 \quad g_2 = 0{,}0029 \quad g_3 = 0{,}6383 \quad g_4 = 0{,}3225.$

Hierin bedeutet α die in je 1 g des Gemisches enthaltene Menge des Natronfeldspathes. Die aus der Analyse sich ergebenden vier verschiedenen Werthe von α werden im Folgenden mit α_1, α_2, α_3, α_4, die zu ihnen gehörigen Gewichte mit g_1, g_2, g_3, g_4 und der aus diesen acht Grössen sich ergebende wahrscheinlichste Werth von α mit α_w bezeichnet werden.

Eliminirt man in I. den Kalkfeldspath und den Glühverlust und setzt für das Eisenoxyd die demselben entsprechende Menge Thonerde, so erhält man I^c und I^d. Mit Hülfe der Tabelle findet man durch Interpolation die vier Werthe:

$$\alpha_1 = 0{,}22\,, \quad \alpha_2 = 0{,}14\,, \quad \alpha_3 = 0{,}19\,, \quad \alpha_4 = 0{,}19$$
und hieraus $\alpha_w = 0{,}19$.

Diesem Werthe von α_w entspricht nach derselben Tabelle die Zusammensetzung I^e:

	I^c.	I^d.	I^e.
Kieselsäure	63,95	65,48	65,36
Thonerde	18,23	18,65	18,70
Kali	13,27	13,62	13,70
Natron	2,19	2,25	2,24

Durch Resubstitution des vorhin eliminirten Kalkfeldspathes, sowie des Glühverlustes, ergiebt sich als wahrscheinlichste Zusammensetzung I^w des Mikroklins von Schwarzbach:

	I^w.
Kieselsäure	64,75
Thonerde	18,52
Eisenoxyd	0,30
Kalk	0,33
Magnesia	Spur
Kali	13,42
Natron	2,20
Glühverlust	0,48

Derselbe besteht demnach aus 1 Mol. Kalkfeldspath, 15,7 Mol. Natronfeldspath und 60,1 Mol. Kalifeldspath. Das gefundene und das sich aus der Molekularzusammensetzung ableitende specifische Gewicht wird in Folgendem mit s und s' bezeichnet werden. In dem vorliegenden Falle betrug:

$$s = 2{,}567, \quad s' = 2{,}571.$$

Die bei diesem ebenso wie bei den folgenden Feldspäthen wahrnehmbare, nur annähernde Uebereinstimmung des gefundenen und des berechneten specifischen Gewichts mag ihren Grund in der bereits begonnenen Zersetzung, sowie in der etwas porösen Beschaffenheit der Feldspäthe haben.

Die Analyse eines zweiten, ebenfalls recht frisch aussehenden Feldspathes von Schwarzbach bei Hirschberg lieferte folgende Resultate:

II^a. 1,0033 g Feldspath enthielten 0,6583 g Kieselsäure, 0,1918 g Thonerde, 0,0037 g Kalk, 0,0031 g Glühverlust, und Magnesia in Spuren.

II^b. 0,9734 g Feldspath enthielten 0,1840 g Thonerde, 0,0031 g Kalk, 0,1266 g Kali, 0,0200 g Natron und Spuren von Magnesia.

Hieraus ergiebt sich:

	II^a.	II^b.	Mittel II.	II^w.
Kieselsäure	65,61	—	65,61	64,88
Thonerde	19,12	18,90	19,01	18,92
Kalk	0,37	0,32	0,34	0,34
Magnesia	Spur	Spur	Spur	Spur
Kali	—	13,01	13,01	13,11
Natron	—	2,05	2,05	2,44
Glühverlust	0,31	—	0,31	0,31
			100,33	100,00

Demnach besteht der Feldspath aus 1 Mol. Kalkfeldspath, 15,9 Mol. Natronfeldspath und 56,5 Mol. Kalifeldspath.

$$s = 2{,}569, \quad s' = 2{,}572.$$

Sehr interessant ist ein beinahe völlig unzersetzter durchsichtiger, nur stellenweise in Folge der Infiltration von Eisenoxyd etwas getrübter

fleischrother Feldspath von Grünbusch bei Hirschberg, von welchem fussgrosse Spaltstücke, darunter auch ein solches eines Bavenoer Vierlings, vorliegen. Unter dem Mikroskop lassen sich in Dünnschliffen parallel $P(001)$ zwei verschiedene Substanzen erkennen, welche fast gleichzeitig und zwar parallel der Kante $[MP]$ auslöschen. Die Hauptmasse besteht nicht wie bei den eben behandelten Mikroklinen aus zwei durch das Albitgesetz verbundenen Lamellensystemen, sondern ist homogen. Die nur an einzelnen wenigen Stellen wahrnehmbare sehr feine und etwas undeutliche Gitterstructur, sowie die an einigen Spaltstückchen angestellten goniometrischen Messungen, welche übereinstimmend $(MP) = 89^0\ 50'$, $(M'P) = 90^0\ 10'$ ergaben, machen den triklinen Charakter der Hauptmasse äusserst wahrscheinlich. Die Einlagerungen bilden lange, zum Theil linienartig schmale Partien, welche bei schwacher Vergrösserung vollkommen homogen erscheinen. Bei starker Vergrösserung ist namentlich auf breiteren Lamellen Zwillingsstreifung, welche jedoch wegen ihrer grossen Feinheit eine Messung der Auslöschungsschiefe unmöglich machte, zu beobachten. Die parallel $[PT]$ verlaufenden, von Klockmann bereits näher beschriebenen feinen Strichsysteme glaube ich ebenfalls als Albit deuten zu müssen. Klockmann, welcher den vorliegenden Feldspath als eine Parallelverwachsung von Orthoklas und Albit betrachtet, nimmt an, dass sich aus dem ursprünglich homogenen Gemenge beider der Natronfeldspath in trikliner Form ausgeschieden habe. Hiergegen ist zu bemerken, dass Paramorphosen, bei denen ein Mineral aus der höher symmetrischen Form in eine solche von niederer Symmetrie übergeht, in der Natur bisher nicht beobachtet sind. Da ausserdem die obigen Beobachtungen starke Zweifel an dem monoklinen Charakter des vorliegenden Feldspaths aufkommen lassen, so halte ich es für wahrscheinlicher, dass derselbe aus submikroskopischen Zwillingsindividuen aufgebaut ist, welche sich erst unter lang andauernder Einwirkung der Atmosphärilien zu grösseren einheitlichen Lamellen differenziren.

Dünnschliffe nach dem Brachypinakoid $M(010)$ bieten unter dem Mikroskop ein ganz ähnliches Bild. Die ebenfalls fadenförmigen Albiteinlagerungen verlaufen hier parallel der Verticalaxe. Die Auslöschungsschiefe betrug für den Mikroklin $6^0\ 40'$, für den Albit $17^0\ 30'$.

Möglichst durchsichtiges Material dieses Feldspaths von Grünbusch wurde analysirt.

III^a. 1,0431 g Feldspath enthielten 0,6917 g Kieselsäure, 0,1962 g Thonerde, 0,0011 g Eisenoxyd, 0,0024 g Kalk, 0,0011 g Glühverlust.

III^b. 0,9754 g Feldspath enthielten 0,1837 g Thonerde und Eisenoxyd, 0,0023 g Kalk, 0,0979 g Kali, 0,0315 g Natron.

Hieraus folgt:

	IIIª.	IIIᵇ.	Mittel III.	IIIʷ.
Kieselsäure	66,31	—	66,31	65,82
Thonerde	18,81	18,84	18,77	18,99
Eisenoxyd	0,11		0,11	0,11
Kalk	0,23	0,23	0,23	0,23
Kali	—	10,04	10,04	10,19
Natron	—	4,23	4,23	4,55
Glühverlust	0,11	—	0,11	0,11
			99,80	100,00

Aus IIIʷ ergiebt sich die Molekularzusammensetzung 1 Mol. Kalkfeldspath, 41,5 Mol. Natronfeldspath, 76,9 Mol. Kalifeldspath.

$$s = 2,614, \quad s' = 2,579.$$

Wäre aller in dem gemischten Feldspath enthaltener Kalkfeldspath und Natronfeldspath als Albit auskrystallisirt, so müsste die beobachtete Auslöschungsschiefe des eingewachsenen Albits mit der, welche man mit Hülfe der Mallard'schen Formeln*)

$$\cot(2\alpha) = -\frac{m_1}{m_2}A - B$$

$$\cot(2\beta) = -\frac{m_1}{m_2}A' - B'$$

aus der Molekularzusammensetzung ableiten kann, übereinstimmen.

Da, wie ein Blick auf die von Schuster**) gezeichneten Curven für die Auslöschungsschiefen der Kalknatronfeldspäthe auf *P* und *M* lehrt, bei den Albiten eine geringe Aenderung in der chemischen Zusammensetzung die Auslöschungsschiefe auf *P* nur sehr wenig alterirt, während sie auf *M* eine ziemlich bedeutende Abweichung verursacht, so ist die aus der Analyse berechnete Auslöschungsschiefe für *P* sehr genau, während sie für *M*

*) E. Mallard, Sur l'isomorphisme des feldspaths tricliniques. Bull. Soc. min. de France. Paris 1881, 4, 96. Diese Zeitsch. 6, 428. — W. Schuster, Nachtrag zur optischen Orientirung der Plagioklase. Min. und petrogr. Mitth. herausg. von Tschermak. Wien 1883, 5, 189. Diese Zeitschr. 8, 319. In diesen Formeln bedeuten α und β die Differenzen der Auslöschungsschiefen auf *P* und *M* des betreffenden Kalknatronfeldspaths und denen des reinen Albits ($+ 4^0 30'$ auf *P*, $+ 19^0 0'$ auf *M*) oder Anorthits ($- 37^0$ auf *P*, $- 36^0$ auf *M*); $\frac{m_1}{m_2}$ das Molekularverhältniss von Anorthit zu Albit, die Anzahl der Anorthitmoleküle gleich 1 gesetzt. *A*, *A'* und *B*, *B'* sind Constanten, und zwar ist nach Mallard

$$A = + 2,727, \quad B = + 0,123$$
$$A' = + 0,728, \quad B' = - 0,864.$$

**) M. Schuster, Ueber die optische Orientirung der Plagioklase. Mineral. und petrogr. Mitth. herausg. von Tschermak, 1881, 3, 117—284. Diese Zeitschr. 6, 419.

ziemlich ungenau ist. Aehnlich verhält es sich mit den Fehlern bei der Beobachtung. Abgesehen von der grösseren oder geringeren Sicherheit der Einstellung auf das Maximum der Dunkelheit, die ja in jedem einzelnen Falle in Betracht zu ziehen ist, sind Schliffe parallel *P*, wegen der vollkommenen Spaltbarkeit nach dieser Richtung, viel genauer orientirt als solche parallel *M*. Da ausserdem die Fehler, welche eine geringe Neigung der Schliffebene um die Brachyaxe herbeiführt, durch die Beobachtungsmethode von Michel-Lévy*) eliminirt werden, so sind die an Schliffen nach der Basis gemachten Beobachtungen zum Vergleich mit der Rechnung geeigneter, als die an Schliffen parallel *M* angestellten.

Bei den beiden analysirten Feldspäthen von Schwarzbach waren die Resultate der Beobachtung und Rechnung in Bezug auf die eingewachsenen Albite folgende:

	I.		II.	
	Beobachtet:	Berechnet:	Beobachtet:	Berechnet:
auf *P*	6° 20′	3° 50′	6° 15′	3° 51′
auf *M*	17 0	16 26	17 10	16 28

$d_w = 33'$, $d_m = 44'$, $d_w = 30'$, $d_m = 41'$
$d'_w = 38$, $d'_m = 40$, $d'_w = 42$, $d'_m = 44$.

Die abnorme Auslöschungsschiefe dieser beiden eingewachsenen Albite auf *P* kann weder durch Fehler der Analyse noch durch Beobachtungsfehler erklärt werden. Wahrscheinlich ist die zu grosse Auslöschungsschiefe des Albits durch isomorph beigemengten Mikroklin hervorgerufen, während umgekehrt die zu kleinen Auslöschungsschiefen der frischen Mikrokline durch isomorph beigemengten Albit bedingt sein mögen. Auf *M* müsste eine solche Beimengung eine Verringerung der Auslöschungsschiefe herbeiführen. Die in diesem Sinne beobachtete Abweichung zwischen Messung und Rechnung von 34′ respective 42′ kann, abgesehen von einer etwaigen ungenauen Orientirung des Schliffes, bereits durch die Beobachtungsfehler erklärt werden und ist daher kein Beweis für die Richtigkeit der obigen Annahme.

Da nur die frischen Feldspäthe von Schwarzbach so grosse Auslöschungsschiefen auf *P* aufweisen, während die zersetzten ganz normale Auslöschungsschiefen besitzen, so ist anzunehmen, dass sich mit der Zersetzung der Substanz zugleich eine Trennung zwischen Kalifeldspath und Kalknatronfeldspath vollzieht.

b. Geometrische Eigenschaften.

Von einem Versuch, die geometrischen Elemente der Mikroklinkrystalle zu bestimmen, musste mit Rücksicht auf die Ergebnisse der mikro-

*) Fouqué et Michel-Lévy, Minéralogie micrographique. Paris 1879, p. 280.

skopischen Untersuchung Abstand genommen werden. Da die Symmetrie der äusseren Gestalt der Krystalle dem monosymmetrischen Systeme entspricht, so werde ich in der folgenden Beschreibung die Flächenbezeichnung demgemäss wählen. Auch in Bezug auf ihre Zwillingsbildungen verhalten sich die polysynthetischen Mikrokline wie monosymmetrische Krystalle.

Da erst vor Kurzem die Mittheilungen Klockmann's über die Mikrokline aus dem schlesischen Granitit des Riesengebirges erschienen sind, so unterdrücke ich hier alle Bemerkungen, welche lediglich zur Bestätigung der Angaben jenes Autors dienen würden.

Bemerkenswerth erscheinen Krystalle, welche dadurch einen adularartigen Habitus gewinnen, dass nur $T(110)$, $P(001)$, $x(\bar{1}01)$ die Umgrenzung bilden, während $M(010)$ gar nicht oder doch nur ganz untergeordnet auftritt. Derartige, 1 bis 2 cm grosse Krystalle liegen z. B. von den Falkenbergen bei Fischbach vor.

Zuweilen beobachtet man Krystalle mit gewölbten Flächen. Spaltblättchen nach P lassen keilförmige Subindividuen erkennen, welche ihre parallel der Kante $[TT']$ verlaufenden Schneiden der Aufwachsungsfläche zuwenden. Demgemäss sind die frei ausgebildeten Flächen T, die an ihnen liegende Fläche x und die von der Drusenwand abgewendete Fläche P convex, während die nach der Drusenwand geneigte Fläche P mit den unter ihr liegenden, aber nur selten sichtbaren Flächen T concav ist.

An den zahlreichen Bavenoer Zwillingen ist die Erscheinung sehr verbreitet, dass an Stelle der Flächen $x(\bar{1}01)$ und $y(\bar{2}01)$ vicinale Flächen auftreten, deren Combinationskanten convergiren (s. Fig. 2). An einem etwa $2\frac{1}{2}$ cm grossen Bavenoer Zwilling von Lomnitz hat M. Websky die Flächen $\zeta(\bar{5}02)$ und $f(\bar{9}26)$ bestimmt (Fig. 3).

Drillinge, welche dadurch entstanden sind, dass mit einem Mikroklinkrystall zwei andere nach dem Bavenoer Gesetz verbunden sind, liegen in mehreren Exemplaren vom Krötenloch bei Schwarzbach, von Lomnitz, Fischbach und Schildau vor (s. Fig. 4). Die Flächen x und y benachbarter Individuen schneiden sich in ausspringenden, die Flächen T_1 und T_3 in einspringenden Winkeln. Die Convergenz der Kanten $[Px]$ und $[xy]$ ist auch hier deutlich wahrzunehmen. — Verhältnissmässig selten treten Vierlinge auf. Ihrer Bildung liegt das Gesetz zu Grunde, dass zwei Bavenoer Zwillinge die Zwillingsebene gemein haben und symmetrisch stehen zu der auf dieser Ebene senkrechten Fläche aus der Zone $[PM]$. Figur 5 veranschaulicht einen Vierling, dessen Endigung von den Flächen x und y der Einzelkrystalle gebildet wird. Einen flächenreicheren Typus repäsentirt Figur 6. Hier sind in Folge des Auftretens der Flächen T die beiden Bavenoer Zwillinge deutlicher als in dem vorigen Falle zu unterscheiden.

Die Winkel ($T_1 T_2$) und ($T_3 T_4$) sind ausspringend, ($T_1 T_4$) und ($T_2 T_3$) einspringend.

Die Manebacher Zwillinge zeigen, wie schon Klockmann beobachtet hat, auf *M* einen sehr stumpfen einspringenden Winkel.

Albit aus dem Granitit des Riesengebirges.

Die Elemente des Albit vom Riesengebirge hat Klockmann ermittelt (s. l. c.). Die Beobachtung desselben Autors, dass die auf einem Mikroklinkrystall sitzenden Individuen unter einander nicht in paralleler Stellung sind, sondern in zwei Gruppen zerfallen, die sich zu einander wie die beiden Hälften eines Albitzwillings verhalten, kann ich auf Grund des vorliegenden Materials bestätigen. Figur 7, welche einen Mikroklinkrystall von Schwarzbach in natürlicher Grösse darstellt, dessen Flächen *T* und *l* mit je einem grösseren Albitkrystall bedeckt sind, mag zur Illustration dieser Thatsache dienen.

Die Albitkrystalle sind meist tafelförmig nach der Verwachsungsfläche, und deshalb treten die Flächen *l* und *M* nur schmal und untergeordnet auf neben den Flächen *T*, *f* und *z*, welche ebenso wie die übrigen Flächen aus der Zone der Verticalaxe längsgestreift sind. Nach *l* findet eine ziemlich vollkommene Spaltbarkeit statt, die sich durch zahlreiche Spaltrisse im Innern verräth. Eine Folge davon ist der Perlmutterglanz auf *l*, welcher diese Fläche leicht von *T* unterscheiden lässt.

Sehr auffallend ist, dass die beiden Endigungen verschieden ausgebildet sind. Bezeichnet man der Kürze wegen als oberes Ende eines Mikroklinkrystalles jenes, an welchem sich das frei ausgebildete, der Drusenwand abgewendete *x* befindet, so sind die oberen Endigungen der Albitkrystalle matt und uneben, die unteren glänzend und glatt. Da die einzelnen Albite durch das Albitgesetz mit einander verbunden sind, so sind die oben und unten befindlichen Endigungen krystallographisch nur abwechselnd die oberen und unteren. Dass sie trotzdem dieselbe Ausbildung zeigen, beweist, dass der Grund für den Unterschied in der Ausbildung nur in der verschiedenen Lage der Krystalle innerhalb der Druse gesucht werden darf. An den vorliegenden Albiten wird die matte Endigung meist von *x*, die glänzende von *P* gebildet, so dass die Flächen *P* und *x* des Albits mit denen des Mikroklins nach derselben Seite hin abfallen (vergl. Fig. 8). Zuweilen tritt untergeordnet an ersteren noch *n* und *e*, an letzteren *y* auf.

Ein Albit von Schreiberhau ist von Lohmeyer*) analysirt worden:

*) Pogg. Ann. 1844, **61**, 390—394.

Kieselsäure	68,75
Thonerde	18,79
Eisenoxyd	0,55
Kalk	0,51
Magnesia	0,04
Natron	10,90
Kali	1,21
	100,75

Der von mir untersuchte Albit von Schwarzbach war auf dem Mikroklinkrystall aufgewachsen, dessen Analyse auf S. 353 mitgetheilt worden ist. Er ist wasserhell und zeigt nur an den Rändern eine röthliche, von Hämatit-Einschlüssen herrührende Färbung.

IV^a. 0,7706 g ergaben 0,1510 g Thonerde, 0,0020 g Eisenoxyd, 0,0036 g Kalk, 0,0892 g Natron, 0,0039 g Glühverlust, und Magnesia in Spuren.

IV^b. 0,6192 g ergaben 0,4164 g Kieselsäure, 0,1224 g Thonerde, 0,0016 g Eisenoxyd, 0,0029 g Kalk, und Magnesia in Spuren.

Hieraus folgt:

	IV^a.	IV^b.	Mittel IV.	IV^w.
Kieselsäure	—	67,25	67,25	67,53
Thonerde	19,59	19,76	19,67	19,82
Eisenoxyd	0,26	0,26	0,26	0,26
Kalk	0,47	0,47	0,47	0,40
Magnesia	Spur	Spur	Spur	Spur
Natron	11,57	—	11,57	11,48
Glühverlust	0,51	—	0,51	0,51
			99,73	100,00

Aus IV^w ergiebt sich folgende Molekularzusammensetzung:
1 Mol. Kalkfeldspath und 51,06 Mol. Natronfeldspath.

$$s = 2,741, \quad s' = 2,628.$$

Es ist zu bemerken, dass das Eisenoxyd, als von eingelagertem Eisenglanz stammend, bei der Berechnung der Molekularzusammensetzung aus der Analyse eliminirt worden ist.

Nachfolgende Tabelle enthält die beobachteten und die aus der Molekularzusammensetzung berechneten Auslöschungsschiefen.

	Beobachtet:	Berechnet:
auf P	4° 5′	4° 17′
auf M	16 30	18 14

Da die Beobachtungsfehler

$$d_w = \pm 35', \quad d_m = \pm 46', \quad d'_w = \pm 31', \quad d'_m = \pm 36'$$

betragen, so geht, wenn man bedenkt, dass Schliffe parallel *M* immer ungenau orientirt sind, die Abweichung der Rechnung von der Beobachtung nicht über die Beobachtungsfehler hinaus.

Abweichend von den bisher beobachteten Albiten sind die auf den schon stark verwitterten Mikroklinen von Lomnitz sitzenden ziemlich undurchsichtigen Albite. Die Fläche *l* ist durch einen starken Perlmutterglanz ausgezeichnet, welcher den der übrigen Albite bei weitem übertrifft. Diese Erscheinung ist um so auffallender, als wegen der ziemlich gleichen Ausbildung der Krystalle nach allen Richtungen die Flächen *l* ebenso breit sind als die Flächen *T*. Auch auf der Basis ist ein schwacher Perlmutterglanz wahrzunehmen.

Rindenartige Bildungen sind auch bei den Albiten von Lomnitz recht häufig; sie unterscheiden sich von den vorher beschriebenen nur dadurch, dass sie sich auch über die Endigung der Mikroklinkrystalle verbreiten und diese oft so vollkommen umhüllen, dass man glaubt, einen Albitstock vor sich zu haben.

Ausser diesen gesetzmässig mit den Mikroklinen verwachsenen Albiten kommen in den Drusen des Riesengebirgsgranitits auch isolirte blätterige bis faustgrosse Partien von Albit vor, welche in ihrem Bau viele Analogien mit den Seite 359 beschriebenen Mikroklinen besitzen. Auch sie bestehen aus zahlreichen Subindividuen, welche ihrerseits wieder Viellinge nach dem Albitgesetz sind; jedoch ist die sichtbare Fläche *x* concav, während sie bei den Mikroklinen convex ist. Diese Krystalle, an denen nur die Flächen *M*, *P* und *x* auftreten, sind auf die Drusenwand derart aufgewachsen, dass die Kante, an welcher der spitze innere Flächenwinkel (*Px*) liegt, in den Drusenraum hineinragt. Dadurch entsteht im Verein mit der starken Krümmung der Flächen der so charakteristische hahnenkammartige Habitus. In Folge des verschiedenen Grades der Unebenheit dieser, durch die Aneinanderlagerung zahlreicher Subindividuen entstandenen Flächen ist das über den ganzen Albit verbreitete Eisenoxyd, da es sich hauptsächlich in den Vertiefungen und Furchen befindet, auf die verschiedenen Flächen ganz verschieden vertheilt. Am wenigsten von ihm bedeckt ist die Fläche *M*, da sie ziemlich glatt und eben ist. Sie besitzt einen eigenthümlichen Fettglanz, der sie leicht von den übrigen Flächen unterscheiden lässt. Auf der ziemlich stark gekrümmten Basis leuchten aus dem schon recht dichten Ueberzuge von Eisenoxyd die sehr zahlreichen, lebhaft glänzenden Flächen *P* der Subindividuen hervor. Die Fläche *x* ist wegen ihrer grossen Rauhheit mit Eisenoxyd vollkommen überzogen und daher auch ganz matt.

Während bisher durch die Arbeiten von G. Rose und Klockmann nur einfache Krystalle und Zwillinge nach dem Albitgesetz bekannt geworden sind, beobachtete schon M. Websky, wie aus Etiketten des königl.

mineralogischen Museums zu Breslau hervorgeht, Zwillinge nach dem Periklingesetz. Dieselben scheinen durchaus nicht selten zu sein, da sie auch in neuester Zeit, trotz der überaus geringen Feldspathgewinnung im Riesengebirge, wiederholt aufgefunden worden sind. Es lassen sich an ihnen zwei Typen unterscheiden, je nachdem ihre Individuen den Albit- oder den Periklinhabitus zeigen.

Zu dem ersten Typus gehören die schon beschriebenen, durch einen starken Perlmutterglanz auf *l* ausgezeichneten Albite von Lomnitz. Der auffallende Unterschied in der physikalischen Beschaffenheit von *T* und *l* gewährt ein willkommenes Erkennungsmittel für diese Art der regelmässigen Verwachsung, da in der Zone der Verticalaxe immer ein perlmutterglänzendes Feld *l* und ein mattes Feld *T* über einander zu liegen kommen. Sehr schön zeigen diese Erscheinungen die nicht selten vorkommenden, zollgrossen Drillinge und Vierlinge, bei denen mehrere Male solche verschiedene Felder mit einander abwechseln. In Bezug auf die Flächen der Endigung sind diese Krystalle ausserordentlich flächenarm, da nur *P* und *x* beobachtet wurden, während in der Zone der Verticalaxe dieselben Flächen wie bei den vorherbeschriebenen Albiten auftreten.

Viel flächenreicher sind die Periklinzwillinge des zweiten Typus; es wurden an ihnen die Flächen *M*, *f*, *z*, *l*, *T*, *P*, *x*, *y*, *o*, *p*, *e*, *n* und *g* beobachtet. Der in Figur 9 abgebildete, etwa $\frac{1}{2}$ cm grosse Krystall, an welchem das eine Individuum sehr untergeordnet auftritt, zeigt diese Flächen an sich vereinigt. Die Krystalle dieses Typus, nach *M* tafelförmig, sind entweder auf die Fläche *M* eines Mikroklinkrystalles aufgewachsen oder sie befinden sich, was sogar häufiger ist, in den Drusen ohne gesetzmässige Beziehung zu den Mikroklinen. Solche dachziegelförmig über einander liegende Zwillinge bilden, vermischt mit einfachen Krystallen desselben Typus, oft faustgrosse halbkugelförmige Aggregate.

Mikroklin aus dem Granitit von Striegau.

a. Optische Eigenschaften und chemische Zusammensetzung.

Das Vorkommen der in den Drusen des Striegauer Granitits auftretenden Mineralien ist in der S. 351 citirten älteren Arbeit von C. Becker so eingehend behandelt worden, dass ich hier von einer Besprechung desselben Abstand nehmen kann. Die frischen Drusenfeldspäthe des Granitits von Striegau variiren in ihrer Färbung zwischen weiss, erbsengelb und blass fleischroth. Ausser den Hauptspaltungsflächen *P*(001) und *M*(010) weisen einige von ihnen noch eine deutliche Spaltbarkeit nach den Prismenflächen *T* auf; ein Unterschied in Bezug auf ihre Vollkommenheit nach einer der beiden Richtungen war nicht wahrzunehmen.

Das mikroskopische Bild eines Striegauer Feldspaths ist von dem eines Mikroklins aus dem Riesengebirge nicht zu unterscheiden. Auch hier sind bei paralleler Stellung der Nicols die Dünnschliffe nicht vollkommen homogen, sondern zeigen sich von zahlreichen Poren durchsetzt. Glimmer ist in sämmtlichen Vorkommen, wenn auch meist nur in Spuren, wahrzunehmen. Bei gekreuzten Nicols zeigen Schliffe parallel *P* vier Systeme von Zwillingslamellen, welche paarweise zur Trace mit der Symmetrieebene symmetrisch liegen und daher durch das Albitgesetz mit einander verbunden sind. Die Hauptmasse besteht aus Lamellen von unregelmässiger Gestalt. Durch ihre zwischen 16° 40′ und 17° 10′ schwankende Auslöschungsschiefe verräth sie sich als Mikroklin. Die Einlagerungen bilden nach der Richtung der Kante [*Px*] in die Länge gezogene Banden mit feiner parallel der Kante [*MP*] verlaufender Zwillingsstreifung. Ihre Auslöschungsschiefe, welche zwischen 3° 50′ und 6° 0′ schwankt, lässt sie als Albit erkennen. Hervorzuheben ist, dass den eingewachsenen Albiten der frischen Mikrokline die grösseren, denen der zersetzten Mikrokline die kleineren Auslöschungsschiefen angehören.

In Schliffen parallel *M* sind nur zwei Systeme von Lamellen wahrzunehmen. Der Mikroklin hat eine Auslöschungsschiefe von 3° 12′ bis 5° 0′, der Albit eine Auslöschungsschiefe von 14° 0′ bis 16° 30′.

Becker giebt folgende Analyse eines solchen, von ihm als Orthoklas gedeuteten Mikroklins von Striegau an:

Kieselsäure	65,56
Thonerde	17,36
Eisenoxyd	0,39
Kali	12,29
Natron	2,27
Magnesia	1,08
Kalk	0,54
Baryt	0,32
	99,81

Die beiden von mir zur Analyse verwendeten Mikrokline stammen aus den Drusenräumen des Granitits der Fuchsberge und sind ausgezeichnet durch frisches Aussehen. Der unter V. angeführte ist ein Bruchstück eines grösseren Krystalls von blass fleischrother Farbe mit gewölbten Flächen. Er lässt die Spaltungsrichtungen nach *T* sehr deutlich erkennen. Der mit VI. bezeichnete ist ein Bruchstück eines kleinen Krystalls, welcher die für die meisten Striegauer Mikrokline so charakteristische hell erbsengelbe Färbung zeigt.

V^a^. 1,1272 g Substanz ergaben 0,2089 g Thonerde, 0,0026 g Eisenoxyd, 0,0022 g Kalk, 0,1578 g Kali, 0,0216 g Natron, 0,0022 g Glühverlust.

V^b. 1,2210 g Substanz ergaben 0,7904 g Kieselsäure, 0,2279 g Thonerde, 0,0024 g Eisenoxyd, 0,0020 g Kalk.

Hieraus folgt:

	V^a.	V^b.	Mittel V.	V^w.
Kieselsäure	—	64,73	64,73	64,82
Thonerde	18,53	18,66	18,60	18,60
Eisenoxyd	0,23	0,20	0,21	0,21
Kalk	0,20	0,16	0,18	0,18
Kali	14,00	—	14,00	14,28
Natron	1,92	—	1,92	1,71
Glühverlust	0,20	—	0,20	0,20
			99,84	100,00

Aus V^w ergiebt sich als wahrscheinlichste Molekularzusammensetzung: 1 Mol. Kalkfeldspath, 21,0 Mol. Natronfeldspath, 115,6 Mol. Kalifeldspath.

$$s = 2,494\,, \quad s' = 2,566.$$

Folgende Tabelle enthält die beobachteten und berechneten Auslöschungsschiefen des diesem Mikroklin eingelagerten Albits.

	Beobachtet:	Berechnet:
auf P	5° 6′	4° 0′
auf M	16 50	17 5

Die Fehler bei der Einstellung auf das Maximum der Dunkelheit betrugen

$$d_w = \pm 27', \quad d_m = \pm 33', \quad d'_w = \pm 27', \quad d'_m = \pm 31'.$$

VI^a. 1,0079 g Substanz enthielten 0,1894 g Thonerde, 0,0019 g Eisenoxyd, 0,0030 g Kalk, 0,0061 g Magnesia, 0,1090 g Kali, 0,0385 g Natron, 0,0025 g Glühverlust.

VI^b. 1,2210 g Substanz enthielten 0,7971 g Kieselsäure, 0,2276 g Thonerde, 0,0023 g Eisenoxyd, 0,0037 g Kalk, 0,0082 g Magnesia.

Hieraus ergiebt sich:

	VI^a.	VI^b.	Mittel VI.	VI^w.
Kieselsäure	—	65,28	65,28	65,08
Thonerde	18,79	18,64	18,71	18,66
Eisenoxyd	0,19	0,19	0,19	0,19
Kalk	0,30	0,30	0,30	0,29
Magnesia	0,61	0,67	0,64	0,63
Kali	10,82	—	10,82	11,39
Natron	3,82	—	3,82	3,52
Glühverlust	0,25	—	0,25	0,24
			100,01	100,00

Aus VI^a ergiebt sich folgende Molekularzusammensetzung: 1 Mol. Kalkfeldspath, 32,25 Mol. Natronfeldspath, 56,43 Mol. Kalifeldspath. Zu bemerken ist, dass bei der Berechnung die Magnesia als Mg_2SiO_4 aus der Analyse eliminirt worden ist.

$$s = 2,521, \quad s' = 2,582.$$

Die für den eingewachsenen Albit dieses Mikroklins berechneten und beobachteten Auslöschungsschiefen sind:

	Beobachtet:	Berechnet:
auf *P*	6° 1'	4° 11'
auf *M*	16 12	17 16

wobei

$$d_w = \pm 29', \quad d_m = \pm 37', \quad d'_w = \pm 30', \quad d'_m = \pm 33'.$$

Bei beiden Albiten kann die Abweichung zwischen Beobachtung und Rechnung nicht durch Beobachtungsfehler erklärt werden; sie wird wahrscheinlich auch hier durch isomorph beigemengten Mikroklin verursacht. Da nur der Albit der frischen Vorkommnisse so abnorme Auslöschungsschiefen auf *P* besitzt, so muss ebenso wie bei den Mikroklinen des Riesengebirges der Schluss gezogen werden, dass sich bei der Zersetzung der Kalinatronfeldspäthe Mikroklin und Albit vollkommen trennen.

b. Geometrische Eigenschaften.

Die Grösse der Striegauer Mikrokline schwankt zwischen 1—15 cm; am grössten sind die im Granitit von Pilgramshain vorkommenden erbsengelben Krystalle, welche auf *P* in der Regel mit einer blätterigen Schicht von weissem trüben Albit bedeckt sind. Ebenso wie bei den Mikroklinen des Riesengebirges sind auch bei ihnen nur die Flächen der einen Endigung, sowie *M* und die unter dem frei ausgebildeten *x* liegenden Flächen der Verticalzone zu beobachten. Die an den scheinbar einfachen Krystallen auftretenden Flächen sind folgende:

$$M = (010), \quad T = (110), \quad z = (130), \quad k = (100)$$
$$P = (001), \quad x = (\bar{1}01), \quad y = (\bar{2}01), \quad o = (\bar{1}11)$$
$$\psi = (\overline{10}.0.9).$$

Diese Flächen wurden mit Ausnahme von ψ, welche von mir mittelst goniometrischer Messungen an mehreren Krystallen constatirt wurde, schon von Becker angegeben. Die von ihm nur an den Karlsbader Zwillingen erwähnten Flächen, welche die Kanten [ox] und [oP] abstumpfen, wurden auch an den scheinbar einfachen Krystallen beobachtet. Von der krystallographischen Bestimmung dieser Flächen musste Abstand genommen werden, da sie sehr schmal und uneben waren. Besonders hervorzuheben ist gegenüber anderen Fundorten die Häufigkeit der Querfläche *k*.

Krystalle mit gekrümmten Flächen sind im Granitit von Striegau verhältnissmässig verbreiteter als in dem des Riesengebirges. Es liegen solche Krystalle von den Fuchsbergen und von Gräben bei Striegau vor.

Die Krystalle von Gräben sind von weisser Farbe und an der Oberfläche mit einer Schicht von trübem weissen Albit bedeckt. Jene von den Fuchsbergen sind nach dem Grade ihrer Verwitterung entweder blass fleischroth oder rostbraun gefärbt. Bei ersteren sind die Flächen aus der Zone der Verticalaxe rindenartig gefurcht und an der Oberfläche mit einer dünnen Schicht von Eisenoxyd bedeckt. Sehr kleine auf diesen Flächen sitzende wasserhelle Albitkrystalle verleihen ihnen einen seidenartigen Glanz. Diese Krystalle sind ausserdem dadurch interessant, dass sie eine vollkommene Spaltbarkeit nach den Prismenflächen *T* besitzen. Von ihrem Bau gilt dasselbe wie von den Seite 359 beschriebenen Mikroklinen des Riesengebirges mit gewölbten Flächen.

Viel häufiger als scheinbar einfache Krystalle sind Zwillinge. Die Erscheinungen, welche die Bavenoer Zwillinge darbieten, sind schon von Becker beschrieben worden. Ich erwähne an dieser Stelle nur noch einige bemerkenswerthe Vierlinge und Achtlinge. Dem durch Figur 10 veranschaulichten Vierling liegt das Gesetz zu Grunde, dass zwei Bavenoer Zwillinge die Flächen M_2 und M_3 gemein haben und symmetrisch zu ihnen stehen. Vereinigen sich zwei derartige Vierlinge in der Weise, dass der zweite in Bezug auf die Ebene $M_1 = M_4$ zu dem ersten symmetrisch steht, so resultirt ein Achtling, wie ihn zuerst Hessenberg an dem Mikroklin von Baveno beobachtet hat. Figur 11 stellt einen zum Theil mit Axinitkrystallen bedeckten, etwa 3 cm grossen Achtling von den Fuchsbergen dar.

Nicht selten treten im Striegauer Granitit Achtlinge auf, bei denen sich in der Mitte der Endigung die Flächen *T* zu einer trichterförmigen Vertiefung zusammenschliessen. Hierher gehört der in Figur 12 abgebildete Krystall von den Fuchsbergen, welcher sich in der Sammlung des mineralogischen Instituts der Universität Greifswald befindet und mir von Herrn Prof. Th. Liebisch gütigst überlassen wurde. An ihm sind die über *P* und *x* verlaufenden Zwillingsgrenzen besonders deutlich wahrzunehmen.

Für die sehr spärlichen, vom Windmühlenberge stammenden, dunkel braun gefärbten Manebacher Zwillinge ist charakteristisch, dass die Flächen *M* der beiden Individuen vollkommen in eine Ebene fallen. Sie müssten also, abweichend von den hierher gehörigen Krystallen des Riesengebirges, als Zwillinge nach dem Gesetz »Zwillingsaxe die Brachydiagonale« gedeutet werden. Sie sind tafelförmig nach der Basis und erreichen eine Grösse von 1 bis $1\frac{1}{2}$ cm. Ebenso wie die des Riesengebirges sind sie stets mit dem Ende aufgewachsen, an welchem die Flächen *x* der beiden Individuen einen einspringenden Winkel bilden würden. An der freien

Endigung herrschen die Flächen x und $\underline{x}$ vor; untergeordnet treten noch die Flächen T, z, n und o auf.

Zwillinge nach dem Karlsbader Gesetz kommen im Granit von Striegau ziemlich häufig vor. Die Flächen P und x der beiden Individuen, von denen P in Folge eines dünnen Albitüberzuges glänzend ist, fallen auch hier in eine Ebene. Sie schwanken in ihrer Grösse zwischen 1 bis 3 cm und sind mit Ausnahme der Krystalle vom Windmühlenberge, welche stets von dunkelbrauner Farbe sind, blass erbsengelb gefärbt. Ausser den gewöhnlich an ihnen auftretenden Flächen P, x, y, M, T, z, k, n und o, wurden die Flächen $q = (\bar{1}02)$ und $\psi = (\bar{1}\bar{0}.0.9)$ beobachtet. Ein in Figur 13 abgebildeter dunkelbrauner Krystall von dem Windmühlenberge zeigt noch eine Fläche, die auf die Kante $[xM]$ schief aufgesetzt ist, und deren Combinationskanten mit M und x nach der Kante $[Px]$ hin divergiren. Leider waren die Flächen nicht hinreichend eben, um genügend genaue Messungen zu gestatten. — Selten treten Zwillinge von adularartigem Habitus auf. Es lagen mir nur die beiden in Figur 14 und 15 abgebildeten Exemplare vor. Auf den Flächen P und x ist parallel der Kante $[Px]$ eine starke Streifung wahrzunehmen, welche in der Nähe dieser Kante am dichtesten ist. Bei dem durch Figur 14 dargestellten Krystalle fallen die Flächen P und x in eine Ebene. Derselbe ist noch dadurch interessant, dass man an ihm zwei verschiedene Wachsthumsperioden unterscheiden kann. Während nämlich der mittlere Theil von schmutzig grauer Farbe ist, sind an beiden Seiten scharf abgegrenzte, weisse Mikroklinpartien von gleicher Orientirung angelagert. Bei dem in Figur 15 abgebildeten Zwillinge greifen die beiden Individuen in einander über.

Albit aus dem Granitit von Striegau.

Die aufgewachsenen Albite von Striegau sind ebenso wie die des Riesengebirges späteren Ursprungs als der Mikroklin, auf welchem sie sitzen. Dies beweist das häufige Vorkommen von Albitkrystallen auf Bruchflächen des Mikroklins. In dieser Beziehung sind namentlich die grossen Mikroklinkrystalle von Pilgramshain ausgezeichnet, welche auf Bruchflächen Quarzkrystalle und wasserhelle Albite von 2 bis 3 cm Länge enthalten. Die Albite sitzen, ebenso wie im Riesengebirge, vorzugsweise auf den Verticalflächen und zerfallen nach ihrer krystallographischen Orientirung in zwei Gruppen, die sich wie die beiden Hälften eines Albitzwillings verhalten. Die nur in wenigen Fällen auf der Basis P des Mikroklins beobachteten Albitkrystalle unterscheiden sich von den auf den Prismenflächen sitzenden, meist einfachen Krystallen durch eine feine Zwillingsstreifung auf P und x. Die Fläche l des Albits ist von T durch einen schwachen Perlmutterglanz, welcher von Spaltrissen im Innern herrührt, ausgezeichnet. Der Unter-

schied von *T* und *l* ist jedoch hier bei weitem nicht so deutlich, als bei den schon stark zersetzten Albiten des Riesengebirges, da die den Perlmutterglanz verursachenden Spaltrisse erst durch die Zersetzung hervorgerufen werden. In der Zone der Verticalaxe treten fast an sämmtlichen Krystallen die Flächen *M*, *f*, *l*, *T* und *z* auf, welche alle mehr oder weniger längsgestreift sind. Auch an den Krystallen von Striegau sind die beiden Endigungen durchaus verschieden ausgebildet. Während die eine derselben uneben und matt ist, erscheint die andere glänzend und glatt. An der matten Endigung tritt *x* entweder ganz allein oder in Combination mit der sehr untergeordneten Fläche *y* auf. Die glänzende Endigung wird meist durch die Flächen *P*, *x*, *n* und *g* gebildet. Das Vorherrschen von *x* und *g* bringt einen eigenthümlichen, für die Striegauer Albite charakteristischen Habitus hervor (Fig. 16). Bei dem Albit des Riesengebirges tritt die Fläche *x* immer nur an dem Ende auf, an welchem die Fläche *x* des Mikroklins, und *P* nur an dem Ende, an welchem die Fläche *P* des Mikroklins liegt. Daher sind hier die Flächen *P* und *x* des Albits die Fortsetzungen der gleichen Flächen des Mikroklins (vergl. Fig. 8). Bei den Albiten von Striegau trifft dies nur in Bezug auf das matte Ende zu, an dem glänzenden fällt die Fläche *x* des Albits nach der Fläche *P* des Mikroklins hin ab, und der Albit überragt daher den Mikroklin (Fig. 17). Schliessen sich die einzelnen Albitkrystalle, wie dies sehr häufig vorkommt, zu einer continuirlichen Rinde zusammen, so ist die Basis *P* des Mikroklins von einem erhabenen Rande von Albit umgeben.

Zwei wasserhelle Albite von den Fuchsbergen, welche leider, wie dies bei den grösseren Krystallen von Striegau stets der Fall ist, keine goniometrische Messung zuliessen, wurden analysirt.

VII^a. 1,0914 g des ersten Albits lieferten 0,2161 g Thonerde, 0,0053 g Kalk, 0,1255 g Natron, 0,0013 g Glühverlust, und Magnesia in Spuren.

VII^b. 1,0458 g desselben Albits ergaben 0,7081 g Kieselsäure, 0,2086 g Thonerde, 0,0043 g Kalk, und Magnesia in Spuren.

Hieraus ergiebt sich:

	VII^a.	VII^b.	Mittel VII.	VII^w.
Kieselsäure	—	67,51	67,51	67,82
Thonerde	19,80	20,15	19,97	20,06
Kalk	0,49	0,41	0,45	0,45
Magnesia	Spur	Spur	Spur	Spur
Natron	11,50	—	11,50	11,55
Glühverlust	0,12	—	0,12	0,12
			99,55	100,00

Aus VII^w ergiebt sich die Molekularzusammensetzung: 1 Mol. Kalkfeldspath und 12,34 Mol. Natronfeldspath.

$$s = 2{,}733\,, \quad s' = 2{,}628.$$

VIII^a. 0,8697 g des zweiten Albits enthielten 0,1703 g Thonerde, 0,0035 g Kalk, 0,1008 g Natron, 0,0040 g Glühverlust, Magnesia und Kali in Spuren.

VIII^b. 0,7187 g Substanz enthielten 0,4843 g Kieselsäure, 0,1440 g Thonerde, 0,0029 g Kalk, Magnesia in Spuren.

Hieraus ergiebt sich:

	VIII^a.	VIII^b.	Mittel VIII.	VIII^w.
Kieselsäure	—	67,38	67,38	67,64
Thonerde	19,85	20,04	19,94	19,95
Kalk	0,40	0,40	0,40	0,48
Magnesia	Spur	Spur	Spur	Spur
Kali	Spur	—	Spur	Spur
Natron	11,59	—	11,59	11,47
Glühverlust	0,46	—	0,46	0,46
			99,77	100,00

Aus VIII^w folgt die Molekularzusammensetzung: 1 Mol. Kalkfeldspath, 12,6 Mol. Natronfeldspath.

$$s = 2{,}736\,, \quad s' = 2{,}629.$$

Die nachstehende Tabelle enthält die an den analysirten Albiten gemessenen und die aus den Analysen VII. und VIII. berechneten Auslöschungsschiefen:

	VII.		VIII.	
	Beobachtet:	Berechnet:	Beobachtet:	Berechnet:
auf P	1° 50′	1° 15′	1° 50′	1° 15′
auf M	19 20	18 4	19 40	18 4

$d_w = \pm 30'$, $d_m = \pm 41'$ $\qquad$ $d_w = \pm 34'$, $d_m = \pm 46'$

$d'_w = \pm 30$, $d'_m = \pm 33$ $\qquad$ $d'_w = \pm 30$, $d'_m = \pm 34$

Hieraus ist ersichtlich, dass eine genügende Uebereinstimmung zwischen Beobachtung und Rechnung vorhanden ist.

In den Drusenräumen des Striegauer Granitits kommen ausser wohl ausgebildeten, mit Mikroklin regelmässig verwachsenen Albitkrystallen auch grössere Albitpartien mit hahnenkammartigem Habitus vor, wie sie S. 362 aus dem Riesengebirge beschrieben wurden. Auch bei ihnen sind die grösseren, von den Flächen M, P, x umschlossenen Krystalle aus kleinen Zwillingen nach dem Albitgesetz aufgebaut. Mit einer der beiden Kanten, an welchen der spitze innere Flächenwinkel [Px] liegt, sind die

Krystalle auf die Wandung des Drusenraumes aufgewachsen. Durch die ganz untergeordnet auftretenden Flächen f, l, T und z wird eine Zähnelung der nach dem Innern des Drusenraumes gewendeten Kante $[Px]$ bewirkt. Sehr schön zeigen diese Ausbildungsweise die blass meergrünen, an den Rändern durchsichtigen Albite einer Stufe von der Stiller-Mühle am Abhange des Breiten Berges.

Zwillinge nach dem Periklingesetz sind in dem Striegauer Granitit ziemlich verbreitet. Wie aus Etiketten des mineralogischen Museums zu Breslau hervorgeht, wurden sie bereits von M. Websky als solche erkannt. Sie sind durchweg nach M tafelförmig und enthalten die Flächen aus der Zone der Verticalaxe nur sehr untergeordnet. Sie finden sich meist zwischen den Mikroklinkrystallen, ohne eine gesetzmässige Beziehung zu ihnen zu haben. Selten erscheinen sie auf den Flächen M des Mikroklins; auf anderen Flächen wurden sie von mir überhaupt nicht beobachtet. Diese Zwillinge sind nicht wasserhell wie die vorhin beschriebenen, sondern weiss und undurchsichtig. In der Endigung, welche meist nur von P und x gebildet wird, tritt zuweilen noch n und e auf.

Bemerkenswerth ist ein Doppelzwilling von $\frac{1}{4}$ cm Grösse, der allerdings nur in einem Exemplare von Gräben beobachtet wurde (vergl. Fig. 18). Die beiden Hälften dieses Zwillings sind selbst Viellinge nach dem Albitgesetz, dessen einzelne nach M tafelförmige Individuen P und x so ausgedehnt zeigen, dass die Flächen aus der Zone der Verticalaxe nur ganz untergeordnet vorhanden sind. Die beiden Zwillingshälften, welche in Folge ihres Aufbaues monokline Symmetrie besitzen, sind so mit einander verwachsen, dass sie zu der durch die Kante $[MP]$ gehenden auf M senkrechten Ebene symmetrisch stehen. Die Flächen M der beiden Zwillingsindividuen fallen, wie es diese Erklärung verlangt, in eine Ebene. Die verschiedene Beschaffenheit der Endflächen der beiden Zwillingsindividuen ist deutlich wahrzunehmen. Die matten Flächen x bilden einen einspringenden, die glänzenden einen ausspringenden Winkel.

An einem etwa 3 mm grossen, in Figur 19 abgebildeten wasserhellen Zwilling von den Fuchsbergen konnten Winkelmessungen ausgeführt werden. Aus den Fundamentalwinkeln:

$$(Pn) = 46^\circ\ 50\tfrac{1}{2}', \quad (Po) = 57^\circ\ 45\tfrac{1}{2}', \quad (on) = 47^\circ\ 1\tfrac{1}{2}',$$
$$(Pl) = 65\ \ 0\tfrac{1}{2}, \quad (Tn) = 51\ \ 21\tfrac{1}{2}$$

ergeben sich die Elemente:

$$a : b : c = 0,6360 : 1 : 0,5558$$
$$\alpha = 94^\circ\ 40'$$
$$\beta = 117\ \ 0$$
$$\gamma = 88\ \ 0.$$

	Beobachtet:	Berechnet:
(Ml) =	60° 45′	60° 20′
(lT)	58 48½	59 14
$(T\underline{T}')$	59 58½	58 50
$(M'n)$	47 11	47 22
(MP)	85 44	85 48
(MP')	93 49½	94 12
$(P\underline{P}')$	7 13	8 24
(oM')	66 24½	66 31
(ox)	27 29	27 23
(og)	27 34	28 44
(gx)	30 23	31 16
(PT)	69 11	69 29

Feldspäthe aus den Ganggraniten des Eulengebirges.

Im Gneiss des Eulengebirges und des Hügellandes von Reichenbach und Frankenstein treten Gänge von grobkörnigem Granit auf, welche als Lagerstätten von grossen Turmalin- und Beryllkrystallen, sowie von Granat, Apatit und Columbit seit längerer Zeit bekannt sind. Die Beschaffenheit der Feldspathgemengtheile dieser Gänge ergiebt sich aus den nachstehenden Beobachtungen.

a. Mikroklin von Lampersdorf.

Der Feldspath des Ganggranits von Lampersdorf ist von weisser Farbe und giebt sich schon dem unbewaffneten Auge als Perthit zu erkennen. In eine homogene wasserhelle Grundmasse sind in grosser Menge breite Adern eines weissen trüben Feldspaths eingelagert, welche auf P ungefähr senkrecht zur Kante $[MP]$, auf M ungefähr parallel zur Verticalaxe verlaufen. Die Spaltbarkeiten parallel P und M sind ziemlich unvollkommen; namentlich ist nach letzterer kaum ein annähernd ebenes Spaltungsstück zu erhalten. Nach der Fläche T respective l, welche durch einen starken Perlmutterglanz ausgezeichnet ist, findet eine deutliche Spaltbarkeit statt. Diese ist, wie Schliffe nach P unter dem Mikroskop zeigen, allein durch den Mikroklin bedingt. Dieser ist bei gekreuzten Nicols betrachtet theils ganz homogen, theils zeigt er die für den Mikroklin charakteristische Gitterstructur (vergl. Fig. 20). Die Auslöschungsschiefe betrug 16° 36′. Die eingelagerten Albitbanden verlaufen ungefähr parallel der Kante $[Px]$ und zeigen eine feine Zwillingsstreifung parallel $[MP]$.

In Schliffen nach M erscheint der Mikroklin vollkommen homogen. Der Albit weist grobe Zwillingsstreifung auf, welche mit der Kante $[MP]$ einen Winkel von 16° 45′ einschliesst. Er besteht demnach aus zwei

Schaaren von Lamellen, die sich nach dem Albit- und Periklingesetz in Zwillingsstellung befinden.

IX^a^. 1,0025 g dieses Mikroklins ergaben 0,1887 g Thonerde, 0,0070 g Kalk, 0,1235 g Kali, 0,0286 g Natron, 0,0033 g Glühverlust, und Magnesia, sowie Baryt in Spuren.

IX^b^. 1,2380 g Substanz ergaben 0,8000 g Kieselsäure, 0,2378 g Thonerde, 0,0090 g Kalk, Baryt und Magnesia in Spuren.

Hieraus ergiebt sich:

	IX^a^.	IX^b^.	Mittel IX.	IX^w^.
Kieselsäure	—	64,62	64,62	64,69
Thonerde	18,82	19,21	19,02	19,18
Kalk	0,70	0,73	0,72	0,70
Baryt	Spur	Spur	Spur	Spur
Magnesia	Spur	Spur	Spur	Spur
Kali	12,32	—	12,32	12,25
Natron	2,85	—	2,85	2,86
Glühverlust	0,33	—	0,33	0,32
			99,86	100,00

Aus IX^w^ ergiebt sich die Molekularzusammensetzung: 1 Mol. Kalkfeldspath, 9,05 Mol. Natronfeldspath, 25,13 Mol. Kalifeldspath.

$$s = 2,607, \quad s' = 2,578.$$

Die berechneten und beobachteten Auslöschungsschiefen des Albits sind:

	Beobachtet:	Berechnet:
auf P	3° 30′	3° 16′
auf M	15 0	14 27

$d_w = \pm 24'$, $d_m = \pm 30'$, $d'_w = \pm 21'$, $d'_m = \pm 25'$.

Auch der auf M gemessene Winkel von 16° 45′ zwischen der Richtung der Zwillingsstreifung und der Kante [MP] stimmt mit der obigen Zusammensetzung überein.

b. Mikroklin von Leutmannsdorf.

Der ausserordentlich frische Feldspath des Ganggranits von Leutmannsdorf ist zum Theil ganz homogen und wasserhell, zum Theil durchzogen von feinen Adern, welche auf P ungefähr senkrecht zur Kante [MP] verlaufen, während sie auf M die Richtung der Verticalaxe verfolgen. Auf der Basis besitzt er einen blauen Schiller. Die Spaltungsrichtungen parallel P und M sind sehr vollkommen, so dass Spaltstücke zu goniometrischen Messungen verwendet werden konnten. An drei verschiedenen Spaltstückchen wurden folgende Werthe ermittelt:

$(PM) = 89^\circ\,52\frac{1}{2}'$ $\quad 89^\circ\,56\frac{1}{2}'$ $\quad 89^\circ\,58'$

$(MP') = 90\quad 7$ $\quad 90\quad 3\frac{1}{2}$ $\quad$ —

Bei der grossen Vollkommenheit der Spaltflächen können diese Schwankungen nicht von Beobachtungsfehlern, sondern nur von dem Feldspath selbst herrühren.

In Dünnschliffen parallel *P* ist bei gekreuzten Nicols die Grundmasse theils vollkommen homogen, theils zeigt sie sehr deutliche Gitterstructur, und zwar befindet sich letztere fast nur in der unmittelbaren Umgebung der Einlagerungen. Sehr bemerkenswerth ist der Umstand, dass die homogenen Partien in der Grösse ihrer Auslöschungsschiefe ausserordentlich variiren; in der Nähe der Einlagerungen haben sie die grössten, in der weitesten Entfernung von ihnen die kleinsten Auslöschungsschiefen. So wurden an einem Schliff nach einander folgende Werthe für die Auslöschungsschiefe gefunden:

$$\mp 2{,}^\circ 1,\quad \mp 0{,}^\circ 2,\quad \pm 2{,}^\circ 1,\quad \pm 2{,}'2,\quad \pm 7{,}^\circ 8,\quad \pm 9{,}^\circ 1.$$

Ich möchte diese Erscheinung, ebenso wie bei dem Mikroklin von Grünbusch, darauf zurückführen, dass unter dem Einfluss der Atmosphärilien eine allmählige Trennung des Kali- und Natronfeldspaths stattfindet, welche mit einer Gruppirung der einzelnen, zunächst aus submikroskopischen Zwillingen nach dem Albitgesetz aufgebauten Feldspäthe zu einheitlich orientirten Partien verbunden ist.

Die Einlagerungen bilden trübe, sich oft gabelnde Banden, von denen die breiteren undeutliche Zwillingsstreifung parallel der Kante [*MP*] erkennen lassen. Dass die Zwillingsstreifung nicht scharf ist, liegt daran, dass in die im Allgemeinen homogenen Zwillingslamellen zahlreiche punktartige kleine Partien von entgegengesetzter Orientirung eingestreut sind. Die Auslöschungsschiefe der Einlagerungen betrug 4° 42'.

In Dünnschliffen parallel *M* sind bei gekreuzten Nicols beide Feldspäthe vollkommen homogen. Die Hauptmasse hat eine Auslöschungsschiefe von 7° 4', die Einlagerungen haben eine solche von 16° 0'. Hiernach ist der Feldspath eine Verwachsung von Mikroklin und Albit.

Diese Annahme wird durch die Analyse bestätigt.

X^a. 1,2140 g Substanz lieferten 0,2271 g Thonerde, 0,0036 g Kalk, 0,1508 g Kali, 0,0388 g Natron, 0,0039 g Glühverlust, Baryt und Magnesia in Spuren.

X^b. 0,9185 g Substanz lieferten 0,5937 g Kieselsäure, 0,1727 g Thonerde, 0,0026 g Kalk, Baryt und Magnesia in Spuren.

Hieraus folgt:

	Xa.	Xb.	Mittel X.	Xw.
Kieselsäure	—	64,64	64,64	65,12
Thonerde	18,71	18,80	18,75	18,90
Kalk	0,30	0,28	0,29	0,29
Baryt	Spur	Spur	Spur	Spur
Magnesia	Spur	Spur	Spur	Spur
Kali	12,12	—	12,12	12,10
Natron	3,20	—	3,20	2,97
Glühverlust	0,32	—	0,32	0,32
			99,62	100,00

Aus Xw ergiebt sich die Molekularzusammensetzung: 1 Mol. Kalkfeldspath, 23,0 Mol. Natronfeldspath und 63,2 Mol. Kalifeldspath.

$$s = 2,623, \quad s' = 2,575.$$

Die beobachteten und die aus der Analyse berechneten Auslöschungsschiefen des eingewachsenen Albits sind:

	Beobachtet:	Berechnet:
auf *P*	4° 42′	4° 3′
auf *M*	16 0	17 15

$d_w = \pm 12'$, $d_m = \pm 16'$, $d_w' = \pm 19'$, $d'_m = \pm 22'$.

Dass die Auslöschungsschiefe auf *P* zu gross und auf *M* zu klein ist, mag auch hier durch isomorph beigemengten Mikroklin zu erklären sein.

c. Mikroklin von Michelsdorf.

Dem eben beschriebenen Mikroklin von Leutmannsdorf sehr ähnlich sind zwei Feldspäthe aus dem Ganggranit von Michelsdorf, welche aus demselben Steinbruch stammen, in welchem M. Websky den Sarkopsid entdeckt hat*). Der eine ist vollkommen wasserhell und homogen, während der andere in der wasserhellen Grundmasse ein feines Netzwerk von trübem weissen Albit erkennen lässt. Unter dem Mikroskop sind bei gekreuzten Nicols auch in ersterem schon Albiteinlagerungen zu beobachten, welche theils parallel der Kante [*PM*], theils parallel der Kante [*Pk*] verlaufen. Der Mikroklin zeigt noch keine Differenzirung zu unterscheidbaren Lamellen, sondern ist vollkommen homogen; seine Auslöschungsschiefe schwankt ebenso wie die des Leutmannsdorfer Mikroklins. Der eingelagerte Albit hat nur an wenigen Stellen deutliche Zwillingsstreifung; meist ist auch er homogen und löscht dann theilweise zugleich mit dem Mikroklin

*) M. Websky, Ueber Sarkopsid und Kochelit, zwei neue Mineralien aus Schlesien. Zeitschr. der deutsch. geol. Ges. 1868, 245.

aus. Der zweite der erwähnten beiden Gangfeldspäthe ist durch die Atmosphärilien schon mehr umgestaltet. An dem Mikroklin ist in basischen Schliffen sehr feine, aber deutliche Gitterstructur zu bemerken, und die homogenen Partien haben eine constante Auslöschungsschiefe von 15°. Die parallel der Kante [*Pk*] verlaufenden Albitbanden sind durch deutliche Zwillingsstreifung vor denen des vorigen Feldspaths ausgezeichnet.

d. Albit von Reichenbach.

Ein weisser Feldspath aus Ganggranit von Reichenbach zeigte auf *P* sehr feine Zwillingsstreifung. Er enthält in kleinen Höhlungen Krystalle, welche Zwillinge nach dem Albitgesetz sind und von den Flächen *T*, *l*, *M*, *P*, *x*, *y* umschlossen werden. Neben zahlreichen mikroskopischen, durch die ganze Masse des Feldspaths verbreiteten Blättchen treten in jenen Höhlungen auch bis 1 cm grosse Tafeln eines weissen Glimmers auf.

XI^a. 0,8533 g dieses Feldspaths ergaben 0,1772 g Thonerde, 0,0089 g Kalk, 0,0096 g Kali, 0,0880 g Natron, 0,0047 g Glühverlust, und Magnesia in Spuren.

XI^b. 1,1033 g Substanz ergaben 0,7301 g Kieselsäure, 0,2294 g Thonerde, 0,0114 g Kalk, Magnesia in Spuren.

Hieraus folgt:

	XI^a.	XI^b.	Mittel XI.	XI^w.
Kieselsäure	—	66,17	66,17	66,26
Thonerde	20,66	20,79	20,72	20,55
Kalk	1,07	1,03	1,05	1,31
Magnesia	Spur	Spur	Spur	Spur
Kali	1,15	—	1,15	1,15
Natron	10,56	—	10,56	10,17
Glühverlust	0,56	—	0,56	0,56
			100,21	100,00

Aus XI^w ergiebt sich die Molekularzusammensetzung des gemischten Kalknatronfeldspaths: 1 Mol. Kalkfeldspath, 14,9 Mol. Natronfeldspath.

$$s = 2{,}605, \quad s' = 2{,}635.$$

Die beobachteten und die aus der Molekularzusammensetzung berechneten Auslöschungsschiefen sind:

	Beobachtet:	Berechnet:
auf *P*	3° 20′	3° 48′
auf *M*	20 40	16 16

wobei:

$$d_w = \pm 21', \quad d_m = \pm 31', \quad d'_w = \pm 23', \quad d'_m = \pm 27'.$$

Die Abweichung auf *M* hat wahrscheinlich ihren Grund in der ungenauen Orientirung des Schliffes, da die Spaltbarkeit nach dieser Richtung nicht hinreichend vollkommen war.

Die hier niedergelegten Untersuchungen wurden im Laboratorium des mineralogischen Museums der Universität Breslau auf Anregung des Herrn Professor Dr. Th. Liebisch in den Jahren 1881 und 1882 ausgeführt.

XXII. Krystallographische Untersuchungen.

Von

K. Haushofer in München.

(Mit 35 Holzschnitten.)

Die Mehrzahl der in Nachstehendem beschriebenen Körper, insbesondere jene, bei welchen die Abstammung nicht speciell angegeben ist, sind im chemischen Laboratorium der technischen Hochschule München dargestellt worden.

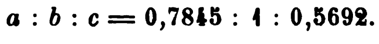
1. Sulfomolybdänsaures Ammonium.

$(NH_4)_2 Mo S_4$.

(Dargestellt von G. Krüss im chem. Lab. der Univ. München.)

Fig. 1.

Krystallsystem rhombisch.



$a : b : c = 0{,}7845 : 1 : 0{,}5692$.

Sehr dünntafelförmige, aber bis 3 cm grosse Krystalle der Combination (Fig. 1): $\infty\bar{P}\infty(100) = a$, $\infty\breve{P}\infty (010) = b$, $\infty P(110) = p$, $\infty\breve{P}2(120) = q$, $\breve{P}\infty(011) = r$, $P(111) = o$. Die Flächen a zeigen in der Regel eine verticale feine Parallelstreifung.

	Gemessen:	Berechnet:	
$a : p = (100)(110) =$	*38° 7′	—	
$b : r = (010)(011)$	*60 21	—	
$q : a = (120)(100)$	57 30	57°29′	
$q : q = (120)(\bar{1}20)$	65 3	65 2	(Seitenkante)
$q : b = (120)(010)$	32 30	32 31	
$a : o = (100)(111)$	57 40	57 44	
$r : r = (011)(0\bar{1}1)$	60 40	60 42	

Blutroth, durchsichtig, auf der Oberfläche metallisch schillernd; die Farbe ändert sich an der Luft bald in ein dunkles metallisirendes Violett. Pleochroismus im Dichroskop kaum wahrzunehmen.

2. Sulfomolybdänsaures Kalium.

$K_2 Mo S_4$.

Mit 1. isomorph und habituell sehr ähnlich. Die Krystalle gestatteten jedoch keine so scharfen Messungen. Die Flächen $P(111)$ sind sehr schmal, das Prisma $\infty \breve{P} 2 (120)$ fehlt ganz.

		Gemessen:
$r : r =$	$(011)(0\bar{1}1) =$	59° 1'
$a : p =$	$(100)(110)$	37 55
$b : r =$	$(010)(011)$	60 30

3. Saccharinsaures Kalium.

$C_6 H_{11} O_6 K$.

(Vergl. H. Kiliani, Berliner Ber. 1882, 2953.)

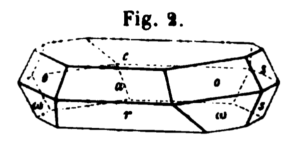
Krystallsystem monosymmetrisch.

$a : b : c = 1,2893 : 1 : 1,8861$

$\beta = 85° 25'$.

Farblose, dicktafelförmige Krystalle der Combination (Fig. 2): $0P(001) = c$, $-P(111) = o$, $P(11\bar{1}) = \omega$, $\infty P \infty (100) = a$, $\frac{1}{2} P \infty (10\bar{2}) = r$, $R \infty (011) = s$. Die Flächen des Klinodoma s fehlen oft oder erscheinen sehr untergeordnet, das Orthodoma r meist schlecht entwickelt.

Fig. 2.



		Gemessen:	Berechnet:	
$c : o =$	$(001)(111) =$	*64°51'	—	
$o : o =$	$(111)(1\bar{1}1)$	*91 20	—	(klinodiagonale Polkante)
$c : a =$	$(001)(100)$	*85 25	—	
$\omega : c =$	$(\bar{1}11)(001)$	69 44	69°39'	
$o : a =$	$(111)(100)$	54 5	54 3	
$c : r =$	$(001)(10\bar{2})$	142 appr.	142 15	
$r : \omega =$	$(10\bar{2})(11\bar{1})$	—	51 40	
$o : \omega =$	$(111)(\bar{1}11)$	69 0	68 58	(orthodiagonale Polkante)
$o : \omega =$	$(111)(11\bar{1})$	45 25	45 30	(Basiskante)
$s : c =$	$(011)(001)$	62 17	61 59	

Ebene der optischen Axen die Symmetrieebene; im Polariskop erscheint auf der Fläche c das Interferenzbild einer Axe excentrisch (im spitzen Winkel β). — Luftbeständig.

4. Saccharon.

$C_6 H_8 O_6 + H_2 O$.

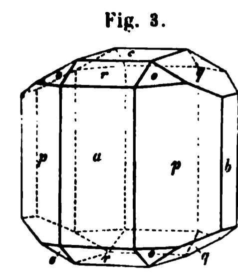
(Vergl. H. Kiliani, Berliner Ber. 1882, 15, 2957.)

Krystallsystem rhombisch.

$a : b : c = 0,6903 : 1 : 0,5280$.

Farblose prismatische, gewöhnlich auch durch Vorwalten von a oder von einem Flächenpaar p tafelförmige Krystalle der Combination (Fig. 3): $\infty P(110) = p$, $\infty \bar{P}\infty(100) = a$, $0P(001) = c$, $\bar{P}\infty(101) = r$, $\breve{P}\infty(011) = q$, $\infty\breve{P}\infty(010) = b$, $P(111) = o$. Die Flächen o wurden nur vereinzelt beobachtet; auch r und q treten unvollzählig auf, ein Flächenpaar des Prismas erscheint oft bis zum Verschwinden verkümmert; aus diesen Ursachen zeigen die Krystalle nicht selten einen asymmetrischen Habitus. — Sehr vollkommen spaltbar nach c, ziemlich deutlich nach b.

Fig. 3.



		Gemessen:	Berechnet:	
$p : a =$	(110)(100) =	*34°37′	—	
$c : q =$	(001)(011)	*27 50	—	
$p : b =$	(110)(010)	55 20	55°23′	
$p : p =$	(110)(1$\bar{1}$0)	69 10	69 14	(vordere Prismenkante)
$b : q =$	(010)(011)	62 5	62 10	
$q : q =$	(011)(0$\bar{1}$1)	55 23	55 40	(oben)
$o : c =$	(111)(001)	42 44	42 54	
$o : p =$	(111)(110)	46 56	47 6	
$r : q =$	(101)(011)	45 22	45 23	
$a : r =$	(100)(101)	52 37	52 35	
$r : c =$	(101)(001)	37 17	37 25	
$p : q =$	(110)(011)	74 33	74 37	
$r : p =$	(101)(110)	60 8	60 0	

Die morphologische Aehnlichkeit der Verbindung mit der Citronensäure kommt im Axenverhältnisse zum Ausdruck, wenn man den Werth für c verdreifacht; dann wird

$$a : b : c = 0,6903 : 1 : 1,5840,$$

während von Heusser für die Citronensäure

$$a : b : c = 0,6740 : 1 : 1,6621$$

gefunden wurde.

5. Saccharonnatrium.

$C_6H_7O_6Na + H_2O$.

(Diese und die drei nachfolgenden Verbindungen wurden dargestellt von H. Kiliani in München.)

Krystallsystem rhombisch.

$$a : b : c = 0,7044 : 1 : 0,6508.$$

Farblose prismatische Krystalle, deren Enden durch die Flächen der Pyramide $P(111) = o$ begrenzt werden. Diese allein gestatteten brauchbare Messungen, da die prismatische Zone in allen ihren Flächen sehr

starke Verticalstreifung und oscillatorische Flächenrepetition zeigt. Es konnte nur festgestellt werden, dass die Flächen des Prismas $\infty P(110) = p$, des makrodiagonalen Paares $\infty \bar{P} \infty (100) = a$ und eines näher nicht bestimmbaren Brachyprismas (q) vertreten sind. — Verwitternd.

	Gemessen:	Berechnet:	
$o : o = (111)(\bar{1}11) =$	*75°30′	—	(makrodiagonale Polkante)
$o : o = (111)(1\bar{1}1)$	*51 6	—	(brachydiagonale Polkante)
$o : o = (111)(11\bar{1})$	83 1	83° 0′	(Basiskante)
$o : p = (111)(110)$	41 23	41 30	

6. Saccharonnatrium.

$C_6 H_7 O_8 Na$.

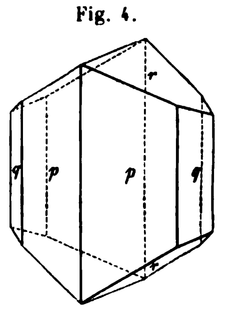


Fig. 4.

Krystallsystem rhombisch.

$a : b : c = 0{,}5310 : 1 : 0{,}6044$.

Farblose prismatische Krystalle der Combination (Fig. 4): $\infty P(110) = p$, $\infty \breve{P} 2(120) = q$, $\breve{P} \infty (011) = r$. Die Flächen der prismatischen Zone sind gewöhnlich unvollkommen ausgebildet, die des Brachydomas eben, aber in der Regel matt. — Luftbeständig.

	Gemessen.	Berechnet:	
$r : r = (011)(0\bar{1}1) =$	*62°17′	—	(oben)
$p : p = (110)(1\bar{1}0)$	*56 0	—	(brachydiag. Prismenkante)
$p : q = (110)(120)$	18 42	18°43′	

7. Saccharonammonium.

$C_6 H_7 O_8 NH_4$.

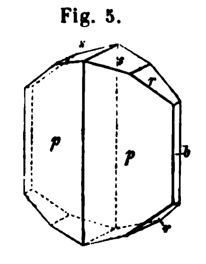


Fig. 5.

Krystallsystem rhombisch.

$a : b : c = 0{,}3715 : 1 : 0{,}6779$*).

Flachprismatische Krystalle der Combination (Fig. 5): $\infty P(110) = p$, $\infty \breve{P} \infty (010) = b$, $\breve{P} \infty (011) = r$, $\frac{1}{2} \breve{P} \infty (012) = s$.

	Gemessen:	Berechnet:	
$p : p = (110)(\bar{1}10) =$	*139°14′	—	(makrodiag. Prismenkante)
$p : b = (110)(010)$	69 33	69°37′	
$b : r = (010)(011)$	*55 52	—	
$r : r = (011)(0\bar{1}1)$	68 10	68 16	(oben)
$r : s = (011)(012)$	15 15	15 24	
$r : s = (011)(0\bar{1}2)$	52 44	52 52	(über c)

*) Wenn wir p statt ∞P als $\infty \breve{P} \frac{1}{2}$ auffassen, erhalten wir das Axenverhältniss 0,7430 : 1 : 0,6779, welches sich dem des wasserhaltigen Natronsalzes Nr. 5 auffallend nähert.

8. Isosaccharin.

$C_6H_{10}O_5$.

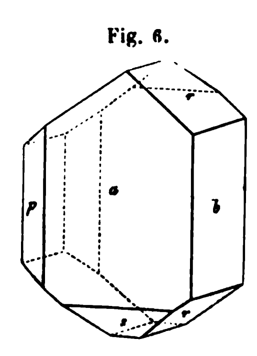
(Zuerst von L. Cuisinier dargestellt; die Krystalle für die nachstehende Untersuchung wurden von Dr. H. Kiliani dargestellt. Vergl. S. 379.)

Krystallsystem monosymmetrisch.

$a : b : c = 0,6961 : 1 : 0,7393$

$\beta = 86^0\ 13'$.

Fig. 6.



Ringsum ausgebildete wasserklare Krystalle der Combination (Figur 6): $\infty\bar{P}\infty(100) = a$, $\infty P(1\bar{1}0) = p$, $\infty\grave{P}\infty(010) = b$, $0P(00\bar{1})$, $\grave{P}\infty(011) = r$, $\bar{P}\infty(10\bar{1}) = s$; gewöhnlich tafelförmig durch Vorwalten des Flächenpaares $\infty\bar{P}\infty$, meist zugleich prismatisch nach der Axe c; stets aber ausgezeichnet hemimorph, indem das Prisma ∞P blos an der linken Hälfte des Krystalles — als $(1\bar{1}0)$ und $(\bar{1}\bar{1}0)$ — auftritt. Auch die Endfläche $0P$ ist in der Regel blos als Einzelfläche und zwar am unteren Ende der Krystalle ausgebildet. — Luftbeständig.

		Gemessen:	Berechnet:	
$r : a =$	$(011)(100) =$	$*86^0 57'$	—	
$r : r =$	$(011)(0\bar{1}1)$	$*72\ 50$	—	(oben)
$p : b =$	$(1\bar{1}0)(0\bar{1}0)$	$*55\ 13$	—	
$p : p =$	$(1\bar{1}0)(\bar{1}\bar{1}0)$	$110\ 30$	$110^0 26'$	(orthodiag. Prismenkante)
$p : a =$	$(1\bar{1}0)(100)$	$34\ 52$	$34\ 47$	
$s : a =$	$(10\bar{1})(100)$	$45\ 4$	$45\ 2$	
$s : p =$	$(10\bar{1})(1\bar{1}0)$	$54\ 20$	$54\ 31$	
$r : p =$	$(0\bar{1}\bar{1})(1\bar{1}0)$	$72\ 47$	$72\ 51$	

Die Ebene der optischen Axen liegt normal zur Symmetrieebene; auf der Fläche a erscheinen im Polariskop die beiden Axenbilder am Rande des Gesichtsfeldes (unten, im spitzen Winkel β); horizontale Dispersion ziemlich deutlich.

9. β-Bromzimmtsäure.

$C_6H_5.CHBr.CH.COOH$.

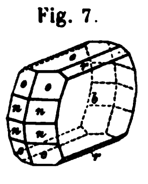
(Krystalle aus ätherischer Lösung; Schmelzpunkt 121^0.)

(Diese und die folgenden drei Nummern vergl. H. Stockmeier, Ueber einige Derivate der Zimmtsäure. Inaug.-Diss. Erlangen 1883.)

Krystallsystem rhombisch. Isomorph mit der entsprechenden Chlorverbindung *).

$a : b : c = 0,7208 : 1 : 0,8112$.

*) Vergl. diese Zeitschr. 7, 280.


Fig. 7.

Tafelförmige, im Habitus entweder vollkommen mit den (a. a. O. dargestellten) Krystallen der β-Chlorzimmtsäure übereinstimmende oder entsprechend der Figur 7 gebildete Formen; im ersteren Falle treten die Flächen $0P(001) = c$, $\infty\breve{P}\infty(010) = b$, $P(111) = o$, $\breve{P}\infty(011) = r$ auf, im letzteren gesellt sich noch die Pyramide $2P(221) = n$ hinzu.

	Gemessen:	Berechnet:	
$o:c = (111)(001) =$	*54° 13′	—	
$o:o = (111)(1\bar{1}1)$	*56 37	—	(brachydiagonale Polkante)
$r:c = (011)(001)$	39 8	39° 3′	
$o:b = (111)(010)$	61 38	61 41	
$o:r = (111)(011)$	41 6	41 9	
$n:c = (221)(001)$	70 16	70 11	
$n:n = (221)(22\bar{1})$	39 35	39 38	(Basiskante)
$n:n = (221)(2\bar{2}1)$	66 44	66 42	(brachydiagonale Polkante)
$n:b = (221)(010)$	56 35	56 38	

Beim Vergleich der morphologischen Elemente der β-Bromzimmtsäure mit jenen der β-Chlorzimmtsäure:

	a	b	c
β-Bromzimmtsäure	0,7208	1	0,8112
β-Chlorzimmtsäure	0,7217	1	0,8171

zeigt sich mit dem Eintritt von Chlor für Brom eine Vergrösserung der Axen a und c, in analoger Weise wie dies bei den Bleiverbindungen des Broms und Chlors der Fall ist:

	a	b	c
Bromblei	0,591	1	0,580
Chlorblei	0,5943	1	0,5949

(siehe Rammelsberg, Kryst. Chem. I).

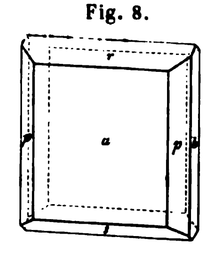
10. Phenyltribrompropionsäure aus β-Bromzimmtsäure.

$C_6H_5.CBr_2.CHBr.COOH.$

(Vergl. das Vorhergehende.) Schmelzpunkt 152°.

Krystallsystem monosymmetrisch.

$$a:b:c = 1,1325:1:0,6960$$
$$\beta = 80^\circ 32'.$$


Fig. 8.

Tafelförmige Krystalle der Combination (Fig. 8): $\infty P\infty(100) = a$, $\infty P(110) = p$, $\infty P\infty(010) = b$, $-P\infty(101) = r$, $P\infty(10\bar{1}) = s$. Die Fläche s tritt nur selten auf; das Orthopinakoid a zeigt eine feine Verticalstreifung. — Farblos, durchsichtig, an der Luft sich trübend.

		Gemessen:	Berechnet:
$a:r=$	(100)(101) =	*51° 43′	—
$a:p=$	(100)(110)	*48 10	—
$a:s=$	(100)(10$\bar{1}$)	*65 30	—
$p:p=$	(110)(1$\bar{1}$0)	96 17	96° 20′ (vorn)
$p:r=$	(110)(101)	65 25	65 36

Ebene der optischen Axen ist die Symmetrieebene; auf a erscheint im Polariskop das Interferenzbild einer Axe im spitzen Winkel β (am Rande des Gesichtsfeldes).

Das Bromadditionsproduct der α-Bromzimmtsäure (welche nur in nadelförmigen, weiter unbestimmbaren Krystallfasern erhalten werden konnte) stimmt krystallographisch mit dem vorstehenden Körper vollkommen überein.

11. Polymere β-Bromzimmtsäure.

$C_6H_5.CHBr.CH.COOH.$

(Erhalten durch Addition von HBr an Phenylpropiolsäure. Schmelzpunkt 158,5. Vergl. die Vorhergehenden.)

Fig. 9.

Krystallsystem monosymmetrisch.

$$a:b:c = 0{,}3108:1:?$$
$$\beta = 61^\circ\ 33'.$$

Kleine, nach $\infty\mathcal{R}\infty(010)$ dünntafelförmige, zugleich nach der Verticalaxe prismatische Krystalle der Combination (Fig. 9): $\infty\mathcal{R}\infty(010) = b$, $0P(001) = c$, $\infty P(110) = p$. Sehr vollkommen spaltbar nach $0P(001)$.

		Gemessen:	Berechnet:	
$c:p=$	(001)(110) =	*62° 39′	—	
$p:p=$	(110)(1$\bar{1}$0)	*30 34	—	(vorn)
$b:p=$	(010)(110)	74 50	74° 43′	

Ebene der optischen Axen die Symmetrieebene $\infty\mathcal{R}\infty(010)$; im Polariskop kommt auf dünnen Lamellen nach c auf dieser Fläche das Interferenzbild einer Axe am Rande des Gesichtsfeldes (im stumpfen Winkel β) zur Erscheinung.

12. Phenyltribrompropionsäure aus der polymeren β-Bromzimmtsäure.

$C_6H_5.CBr_2.CHBr.COOH.$

(Vergl. das Vorhergehende.) Schmelzpunkt 138°.

Krystallsystem monosymmetrisch.

$$a:b:c = 1{,}4877:1:1{,}7074$$
$$\beta = 70^\circ\ 24'.$$

Sehr kleine farblose, stark glänzende Krystalle von prismatischem Habitus. Beobachtete Formen (Fig. 10): $\infty P(110) = p$, $\infty \bar{P}\infty(100) = a$, $\infty \grave{P}\infty (010) = b$, $0P(001) = c$, $\bar{P}\infty(10\bar{1}) = d$, $-\frac{2}{5}P(225) = o$. Die letzte Form wurde nur an zwei Krystallen in vereinzelten Flächen beobachtet.

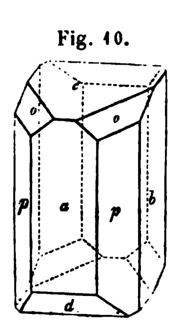


Fig. 10.

	Gemessen:	Berechnet:
$c : a = (001)(100) =$	*70° 24′	—
$p : p = (110)(\bar{1}10)$	*70 59	—
$c : d = (001)(\bar{1}01)$	*60 22	—
$c : p = (001)(110)$	78 33	78° 46′
$p : o = (110)(225)$	45 0	44 52

Die Auslöschungsrichtung auf p schneidet die Kante pa unter ca. 22°.

13. Benzoylimidozimmtsäure.

$C_{16}H_{13}NO_3$.

(Dargestellt von F. Plöchl, dessen Mitth. demnächst in den Ber. d. d. chem. Ges. erscheinen wird.) Schmelzpunkt 225°.

Krystallsystem monosymmetrisch.

$a : b : c = 1,1870 : 1 : ?$

$\beta = 83° 20'$.

Kleine, farblose stark glänzende Krystalle der Combination (Fig. 11): $\infty \bar{P}\infty(100) = a$, $\infty \grave{P}\infty (010) = b$, $\infty P(110) = p$, $0P(001) = c$; prismatisch nach der Verticalaxe, oft zugleich flach durch Vorwalten der Fläche a. — Luftbeständig.

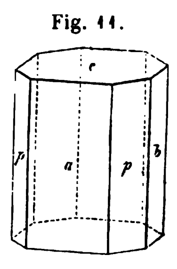


Fig. 11.

	Gemessen:	Berechnet:	
$p : p = (110)(1\bar{1}0) =$	*99° 27′	—	(vordere Prismenkante)
$p : c = (110)(001)$	*85 42	—	
$a : c = (100)(001)$	83 12	83° 20′	
$a : p = (100)(110)$	49 50	49 44	
$p : b = (110)(010)$	40 13	40 17	

14. Polymeres Phenyläthylenoxyd.

C_8H_8O.
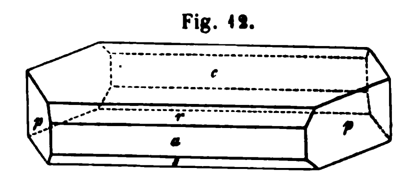
(Aus der vorhergehenden Säure durch Behandlung mit Salzsäure bei 120—130° erhalten.) Schmelzpunkt 171—172°.

Krystallsystem monosymmetrisch.

$a : b : c = 1,7918 : 1 : 1,5068$

$\beta = 77° 37'$.

Fig. 12.



Flachprismatische, farblose Krystalle der Combination (Fig. 12): $0P(001) = c$, $\infty \bar{P} \infty (100) = a$, $\infty P(110) = p$, $-\bar{P}\infty (101) = r$, $\bar{P}\infty (10\bar{1}) = s$; letztere Fläche selten gut entwickelt.

		Gemessen:	Berechnet:	
$p : p$ =	$(110)(\bar{1}10)$ =	*60°26′	—	(seitliche Prismenkante)
$c : p$ =	$(001)(110)$	*83 48	—	
$a : r$ =	$(100)(101)$	*42 47	—	
$r : c$ =	$(10\bar{1})(00\bar{1})$	34 47	34°50′	
$a : c$ =	$(100)(001)$	77 37	77 37	
$a : s$ =	$(100)(10\bar{1})$	45 10	45 3	

Ebene der optischen Axen die Symmetrieebene $\infty \mathrm{R}\infty (010)$; auf der Fläche c kommt im Polariskop das Interferenzbild einer Axe im spitzen Winkel β zur Erscheinung.

15. Phenylimidopropionitril.

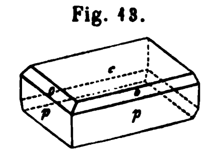
$(C_6H_5.CH_2.CH.CN)_2NH$.

1. Modification: Schmelzpunkt 108—109°.

Krystallsystem monosymmetrisch.

$$a : b : c = 1,2010 : 1 : 1,4475$$
$$\beta = 80^{\circ} 33'.$$

Fig. 13.



Sehr kleine, farblose Krystalltäfelchen von rhombischem Umrisse, an welchen die Flächen (Fig. 13): $0P(001) = c$, $\infty P(110) = p$ und $-P(111) = o$ beobachtet wurden.

		Gemessen:	Berechnet:	
$p : p$ =	$(110)(1\bar{1}0)$ =	*99°40′	—	(vordere Prismenkante)
$c : p$ =	$(001)(110)$	*83 55	—	
$c : o$ =	$(001)(111)$	*57 11	—	
Ebener spitzer Basiswinkel			79°34′	

Die Ebene der optischen Axen ist die Symmetrieebene $\infty \mathrm{R}\infty (010)$; im Polariskop erscheint auf der Fläche c das Interferenzbild einer Axe im spitzen Winkel β.

16. 2. Modification: Schmelzpunkt 105—106°.

Krystallsystem monosymmetrisch.

$$a : b : c = 1,5880 : 1 : ?$$
$$\beta = 65^{\circ} 9'.$$

Dünne, sechsseitige Täfelchen der Combination (Fig. 14): $0P(001) = c$, $\infty P(110) = p$, $\infty \bar{P} \infty$ $(100) = a$.

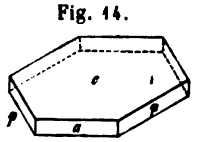


Fig. 14.

		Gemessen:	Berechnet:	
$c : p =$	$(001)(110) =$	*76° 8′	—	
$p : p =$	$(110)(1\bar{1}0)$	*110 27	—	(vordere Prismenkante)
$a : c =$	$(100)(001)$	65 0	65° 9′	
Ebener spitzer Basiswinkel			64 24	

Ebene der optischen Axen die Symmetrieebene $\infty \bar{P} \infty (010)$; auf der Fläche c ist im Polariskop das Interferenzbild einer Axe nahezu central sichtbar.

Die beschriebenen beiden Verbindungen entstehen neben einander und konnten bis jetzt noch nicht isolirt dargestellt werden. Das Gemisch beider in einem nicht genauer bestimmten Verhältniss schmilzt bei 86—87°.

17. Methyläthylamidoessigsäure.

$CH_3.C_2H_5.CNH_2.COOH.$

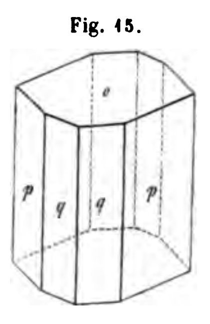


Fig. 15.

Die freie Säure der nachfolgenden Verbindungen, welche von S. Kleemann im chem. Laboratorium der techn. Hochschule München hergestellt wurden, bildet kleine trübe Krystalle von monosymmetrischem Habitus, an welchen zwei Prismen (Fig. 15): $\infty P(110) = p$ und $\infty \bar{P} 2(210) = q$, sowie eine schiefe Endfläche c beobachtet wurden; letztere gestattete jedoch keine Messungen.

		Gemessen:	Berechnet:	
$p : p =$	$(110)(\bar{1}10) =$	*78° 0′	—	(seitliche Prismenkante)
$p : q =$	$(110)(210)$	19 9	19°18′	
$q : p' =$	$(210)(\bar{1}10)$	97 8	97 18	

18. Salzsaure Methyläthylamidoessigsäure.

$CH_3.C_2H_5.CNH_2HCl.COOH.$

Krystallsystem asymmetrisch.

$$a : b : c = 0{,}5546 : 1 : 0{,}3979$$
$$\alpha = 99^\circ\ 0'$$
$$\beta = 108\ 42$$
$$\gamma = 88\ 3$$



Fig. 16.

Farblose, tafelförmige Krystalle von rhombischem Umrisse, durch die Flächen (Fig. 16): $\infty \breve{P} \infty (010) = b$, $\infty P'_{,}(110) = p$, $\infty{}'_{,}P(1\bar{1}0) = q$, $0P(001) = c$ und $'P(1\bar{1}1) = o$ gebildet. Ein-

zelne Prismenflächen sind oft verkümmert, die Tetartopyramide **fehlt** an vielen Krystallen. — Luftbeständig.

	Gemessen:	Berechnet:
$b : p = (010)(110) =$	*61° 14′	—
$c : p = (001)(110)$	*69 24	—
$c : b = (001)(010)$	*81 10	—
$p : q = (110)(1\bar{1}0)$	*56 0	—
$c : o = (001)(1\bar{1}1)$	*33 42	—
$c : q = (001)(1\bar{1}0)$	77 44	77° 45′
$b : o = (0\bar{1}0)(1\bar{1}1)$	81 30	81 23
$b : q = (0\bar{1}0)(1\bar{1}0)$	62 43	62 46

Die Auslöschungsrichtung auf b schneidet die Kante bc unter circa 19°. Auf der Fläche b erscheint im Polariskop das Interferenzbild einer Axe nahezu central.

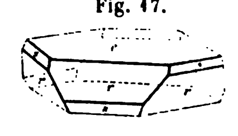
19. Schwefelsaure Methyläthylamidoessigsäure.

$(CH_3.C_2H_5.CNH_2.COOH)_2.H_2SO_4$.

Krystallsystem hexagonal, rhomboëdrisch-hemiëdrisch.

$a : c = 1 : 1,7484$.

Fig. 17.



Kleine farblose, in Folge ihrer Leichtlöslichkeit meist etwas abgerundete Krystalle der Combination (Fig. 17): $0P(0001) = c$, $R = \pi(10\bar{1}1) = r$, $-2R = \pi(02\bar{2}1) = s$, gewöhnlich tafelförmig nach der Basis; die Flächen von $-2R$ fehlen oft oder sind nur sehr klein, immer jedoch stark glänzend.

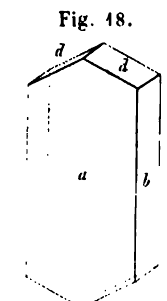
	Gemessen:	Berechnet:	
$r : c = \pi(10\bar{1}1)(0001) =$	*63° 39′	—	
$r : r = \pi(10\bar{1}1)(0\bar{1}11)$	101 45	101° 48′	(Polkante)
$s : c = \pi(02\bar{2}1)(0001)$	76 4	76 5	

Charakter der Doppelbrechung negativ.

20. Methyläthylamidoessigsaures Kupfer.

$(C_5H_{10}NO_2)_2Cu$ oder $(CH_3.C_2H_5.CNH_2.COO)_2Cu$.

Fig. 18.



Krystallsystem monosymmetrisch.

$a : b : c = ? : 1 : 0,5228$

$\beta = 83° 59'$.

Dünntafelförmige, zugleich nach der Verticalaxe gestreckte Krystalle der Combination (Fig. 18): $\infty P\infty(100) = a$, $\infty P\infty(010) = b$, $P\infty(011) = d$. Die Flächen a zeigen eine sehr charakteristische feine Verticalstreifung. Sehr vollkommen spaltbar nach b.

	Gemessen:	Berechnet:
$a : d = (100)(011)$	$= *84^0 40'$	—
$b : d = (010)(011)$	$*62\ 32$	—
$d : d = (011)(0\bar{1}0)$	$55\ 0$	$54^0 56'$ (oben)

Der Umstand, dass die Auslöschungsrichtungen auch auf der Fläche b parallel und normal zur Verticalaxe liegen, macht es wahrscheinlich, dass man es hier mit kryptorhombischen Krystallen zu thun habe. Es gelang mir aber nicht, an einem der acht vollkommen ausgebildeten Exemplare, welche ich der Messung unterwarf, auch nur eine Spur der für die rhombische Krystallisation erforderlichen correspondirenden Flächen zu d aufzufinden. — Luftbeständig, von der Farbe der Kupferammoniaksalze; schwach pleochroitisch.

21. Acetophenonacetin.

$C_{10}H_{10}O_3$. Schmelzpunkt 50°.

(Vergl. Berliner Ber. **16**, 1290.)

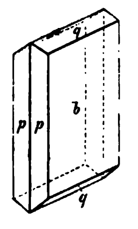


Fig. 19.

Krystallsystem rhombisch.

$a : b : c = 0,1898 : 1 : 0,4201.$

Sehr kleine, farblose Krystalle der Combination (Fig. 19): $\infty\breve{P}\infty(010) = b$, $\infty P(110) = p$, $\breve{P}\infty(011) = q$, tafelförmig nach b, gewöhnlich nach c gestreckt. — Luftbeständig.

	Gemessen:	Berechnet:	
$p : p = (110)(1\bar{1}0)$	$= *21^0 30'$	—	(vordere Prismenkante)
$p : b = (110)(010)$	$79\ 13$	$79^0 15'$	
$q : b = (011)(010)$	$*67\ 10$	—	
$q : p = (011)(110)$	$86\ 0$	$85\ 51$	

22. Phenylglycerinsäure.

$C_6H_5.CHOH.CHOH.COOH.$

(Siehe A. Lipp, Berliner Ber. 1883, 1287.)

Krystallsystem monosymmetrisch.

$a : b : c = 2,1804 : 1 : 1,2613$

$\beta = 80^0\ 52'.$

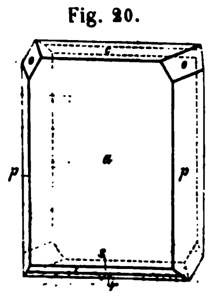


Fig. 20.

Sehr dünne, farblose, rectanguläre oder quadratische Blättchen, zu perlglänzenden Gruppen oder Rosetten verwachsen. Beobachtete Formen (Fig. 20): meistens nur $\infty P\infty(100) = a$, $\infty P(110) = p$ und $\frac{5}{3}P\infty(50\bar{3}) = s$, seltener $0P(001) = c$ und $P\infty(10\bar{1}) = r$, nur an einigen Exemplaren $-P(111) = o$. Manche Krystalle zeigten Zwillingsverwachsung nach

dem Gesetze: Zwillingsebene das Orthopinakoid $\infty P\infty(100)$. Spaltbarkeit deutlich nach $\infty P\infty$, durch feine Risse in den Krystallen schon angedeutet. — Luftbeständig.

		Gemessen:	Berechnet:
$a : c$	$= (100)(001)$	$= *80^0 52'$	—
$a : p$	$= (100)(110)$	$*65\ \ 5$	—
$a : s$	$= (100)(50\bar{3})$	$*44\ \ 41$	—
$a : r$	$= (100)(10\bar{1})$	$61\ \ 39$	$61^0 32'$
$a : o$	$= (100)(111)$	$65\ \ 0$	$64\ \ 54$

Ebene der optischen Axen die Symmetrieebene $\infty P\infty(010)$; auf der Fläche a erscheinen im Polariskop die äusseren Ringe eines Axenbildes im stumpfen Winkel β mit starker geneigter Dispersion.

23. Salzsaures Tyrosin.

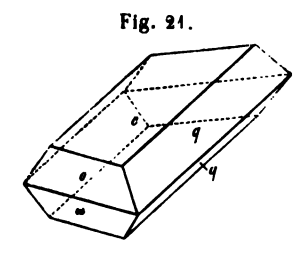
$C_6H_4OH.CH_2.CHNH_2HCl.COOH.$

Krystallsystem monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0,5612 : 1 : 1,2550$$
$$\beta = 78^0\ 32'.$$

Ringsum ausgebildete, farblose, stark glänzende Krystalle der Combination (Fig. 21): $0P(001) = c$, $P\infty(011) = q$, $-2P(2\bar{2}1) = o$, $2P(2\bar{2}\bar{1}) = \omega$; gewöhnlich flachprismatisch nach der Axe a. Die Krystalle erscheinen hemimorph, indem die rechts von der Symmetrieebene gelegene Hälfte der Pyramidenflächen nicht vorkommt; auch nicht eine Andeutung derselben wurde an den zur Untersuchung vorliegenden 10 Krystallen aufgefunden.

Fig. 21.



		Gemessen:	Berechnet:	
$o : \omega$	$= (2\bar{2}1)(\bar{2}\bar{2}1)$	$= *118^0 40'$	—	(orthodiag. Polkante)
$\omega : c$	$= (2\bar{2}\bar{1})(00\bar{1})$	$*88\ \ 44$	—	
$o : c$	$= (2\bar{2}1)(001)$	$*69\ \ 24$	—	
$q : c$	$= (011)(001)$	$50\ \ 51$	$50^0 53'$	
$q : q$	$= (011)(01\bar{1})$	$78\ \ 18$	$78\ \ 14$	
$o : q$	$= (2\bar{2}1)(011)$	$97\ \ 48$	$97\ \ 45$	
$o : q$	$= (2\bar{2}1)(0\bar{1}1)$	$54\ \ 45$	$54\ \ 46$	
$\omega : q$	$= (2\bar{2}\bar{1})(01\bar{1})$	$111\ \ 35$	$111\ \ 30$	

Auf der Fläche c erscheint im Polariskop das Interferenzbild einer Axe ziemlich genau central; die optischen Axen liegen in der Symmetrieebene $(\infty P\infty)$.

24. Salzsaures Phenyläthylamin.

$C_6H_5.CH_2.CH_2NH_2HCl.$

Krystallsystem rhombisch.

$a : b : c = 0,2602 : 1 : 1,6354.$

Farblose, sehr dünne, rautenförmige Krystalltafeln der Combination (Fig. 22): $0P(001) = c$, $P(111) = o$, $2\breve{P}\infty$ $(021) = r$. Von der Pyramide treten in der Regel nur zwei parallele Flächenpaare auf, wodurch die Krystalle einen monosymmetrischen Habitus gewinnen. Unvollkommen spaltbar nach $\infty\breve{P}\infty(010)$.

Fig. 22.

		Gemessen:	Berechnet:	
$o : o =$	$(111)(\bar{1}11) =$	*146° 3′	—	(makrodiag. Polkante)
$c : r =$	$(001)(021)$	*73 0	—	
$r : r =$	$(021)(02\bar{1})$	34 11	34° 0′	
$c : o =$	$(001)(111)$	80 55	81 15	
Ebener spitzer Basiswinkel			28 46	

25. Dibenzoylmethan.

$C_6H_5.CO.CH_2.CO.C_6H_5.$

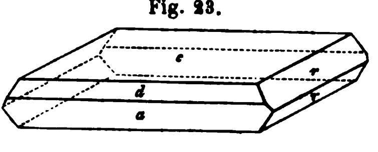
(Dargestellt von W. H. Perkin jun. im Lab. der Univ. München.)

Krystallsystem rhombisch.

$a : b : c = ? : 1 : 1,38.$

Kleine, nach der Basis tafelförmige, zugleich nach der Makrodiagonale gestreckte Krystalle, an welchen die Flächen (Fig. 23): $0P(001) = c$, $\infty\bar{P}\infty$ $(100) = a$, $\breve{P}\infty(011) = r$ und ein unbestimmbares Makrodoma d beobachtet wurden. Nur die Flächen a, r und an einzelnen Krystallen auch c zeigten sich für annähernde Messung geeignet; die Flächen d sind stets matt, gewölbt und erscheinen nur an einer Hälfte des Krystalles (mit Bezug auf einen basischen Schnitt). Auch die Fläche c ist meistens etwas gewölbt.

Fig. 23.



		Gemessen:	Berechnet:
$r : r =$	$(011)(01\bar{1}) =$	*71°42′	—
$c : r =$	$(001)(011)$	54 6	54° 9′
$a : r =$	$(100)(011)$	90	90

Die Krystalle sind durch die starke Dispersion ihrer Axen ausgezeichnet. Erste Mittellinie ist die Verticalaxe; die Ebene der optischen Axen ist

für Roth das Makropinakoid (100), für Grün das Brachypinakoid (010); im weissen Lichte zeigt die Fläche *c* im Polariskop das charakteristische Interferenzbild solcher Körper (Brookit).

26. Carbonsäure des Benzoyltetramethylens.

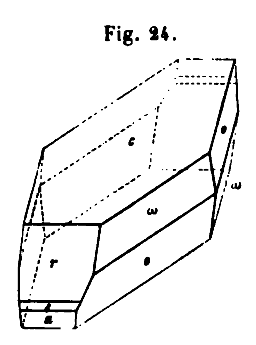
$$\begin{array}{l} C_6H_5 - CO \\ \quad | \\ \quad C < \begin{array}{c} CH_2 \\ CH_2 \end{array} > CH_2. \\ \quad | \\ COOH \end{array}$$

(Dargestellt von W. H. Perkin jun. im chem. Lab. der Univ. München.)

Krystallsystem monosymmetrisch.

$a : b : c = 2,6379 : 1 : 3,3984$
$\beta = 74^0\ 44'$.

Fig. 24.



Farblose bis honiggelbe, lebhaft glänzende Krystalle der Combination (Fig. 24): $0P(001) = c$, $-P(111) = \omega$, $P(11\bar{1}) = o$, $-P\infty(101) = r$, $-2P\infty(201) = s$, $\infty P\infty(100) = a$. Die Fläche *s* fehlt an den meisten Krystallen; an einigen herrschte sie bis zum Verschwinden von *a* vor; beide geben, da sie in der Regel mangelhaft entwickelt, nur ungenaue Messungen. Auch *c* zeigt vielfache Knickungen.

	Gemessen:	Berechnet:	
$c : \omega = (001)(111)$	$= {}^*69^0\ 6'$	—	
$c : o = (001)(\bar{1}11)$	*79 20	—	
$o : o = (\bar{1}11)(\bar{1}\bar{1}1)$	*133 32	—	(klinodiag. Polkante)
$\omega : \omega = (111)(1\bar{1}1)$	121 50	$121^0 44'$	(klinodiag. Polkante)
$c : r = (001)(101)$	42 59	42 52	
$\omega : r = (111)(101)$	60 55	60 52	
$r : a = (101)(100)$	31 45	31 52	
$c : a = (001)(100)$	75	appr. 74 44	
$o : \omega = (\bar{1}11)(111)$	41 20	41 10	(orthodiag. Polkante)
$\omega : o = (111)(11\bar{1})$	31 33	31 34	(Basiskante)
$o : a = (11\bar{1})(100)$	73 10	73 16	
$c : s = (001)(201)$	56	appr. 55 58	

Die Ebene der optischen Axen liegt in der Symmetrieebene; im Polariskop ist auf der Fläche *c* das Interferenzbild einer Axe im stumpfen Winkel β sichtbar.

27. Carbonsäure des Benzoyldimethylens.

$$C_6H_5 - CO \atop {C<{CH_2 \atop CH_2} \atop COOH}$$

(Von W. H. Perkin jun. Vergl. das Vorige.)

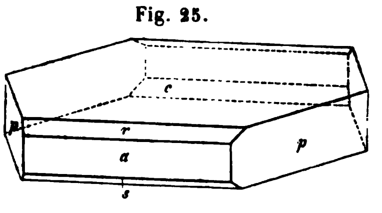
Krystallsystem monosymmetrisch.

$a : b : c = 2,3298 : 1 : 2,1319$

$\beta = 83^0\ 4'$.

Blassgelbe, durchsichtige Krystalle der Combination (Fig. 25): $0P(001) = c$, $\infty P(110) = p$, $\infty P\infty(100) = a$, $-P\infty(101) = r$, $P\infty(10\bar{1}) = s$; tafelförmig nach der Basis, zugleich in der Regel nach der Orthodiagonale gestreckt; die Flächen c sind gewöhnlich geknickt und etwas concav. — Unvollkommen spaltbar nach der Fläche p.

Fig. 25.



	Gemessen:	Berechnet:	
$a : c = (100)(001)$	*83° 4′	—	
$a : r = (100)(101)$	*43 47	—	
$p : p = (110)(\bar{1}10)$	*46 46	—	(orthodiag. Prismenkante)
$s : a = (10\bar{1})(100)$	51 18	51°20′	
$r : c = (101)(001)$	39 22	39 17	
$p : c = (110)(001)$	87 10	87 15	

28. Chinaldinsulfosäure.

$C_{10}H_8NSO_3H$.

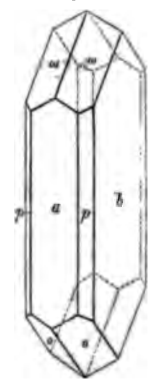
1. Modification. Schwer löslich.

Krystallsystem monosymmetrisch.

$a : b : c = 0,8861 : 1 : 0,5800$

$\beta = 87^0\ 22'$.

Fig. 26.



Blassgelbliche, starkglänzende, nach der Verticalaxe prismatisch ausgebildete Krystalle der Combination (Fig. 26): $\infty P\infty(010) = b$, $\infty P\infty(100) = a$, $-P(111) = \omega$, $P(11\bar{1}) = o$, $\infty P\frac{5}{2}(250) = p$. Die Flächen a und b sind stets der Länge nach geknickt und geben Reflexbilder, die oft um 2° differiren. Die Prismenflächen erscheinen nur sehr schmal und untergeordnet, oft nur vereinzelt. — Deutlich spaltbar nach ω.

	Gemessen:	Berechnet:	
$a : \omega = (100)(111) =$	*58° 45′	—	
$\omega : \omega = (111)(1\bar{1}1)$	*50 48	—	(klinodiagonale Polkante)
$o : \omega = (\bar{1}11)(111)$	*58 53	—	(orthodiagonale Polkante)
$b : o = (010)(\bar{1}11)$	52 38	52° 50′	
$a : p = (100)(250)$	65 48	65 42	

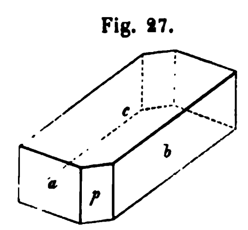
Die Auslöschungsrichtung auf b schneidet die Kante bp unter 39° (im spitzen Winkel β).

29. 2. Modification. Leicht löslich.

Krystallsystem asymmetrisch.

Lange, flache Prismen, Combination der drei Flächenpaare (Fig. 27): $\infty \bar{P} \infty (100) = a$, $\infty \breve{P} \infty (010) = b$, $0P(001) = c$; bisweilen findet sich auch das Hemiprisma $\infty P'_{,}(110) = p$. Die Krystalle sind in der Regel nach der Axe a gestreckt, zugleich manchmal tafelförmig nach der Fläche c, nicht selten hohl, die Fläche a treppenförmig vertieft. Die Fläche c ist durch eine feine Parallelstreifung nach der Kante bc charakterisirt und zeigt deshalb in der Regel einen seidenartigen Glanz; die übrigen Flächen sind glatt und glänzend. — Sehr vollkommen spaltbar nach a.

Fig. 27.



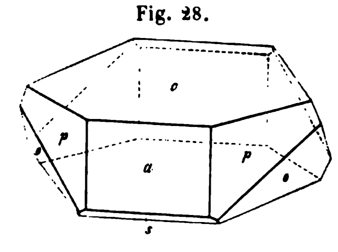
	Gemessen:
$a : b =$	95° 5′
$a : c =$	80 8
$b : c =$	79 15
$b : p =$	50 58

30. 3. Modification. Leicht löslich.

Krystallsystem monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0{,}7481 : 1 : 1{,}5901$$
$$\beta = 68^0\ 2'.$$

Fig. 28.



Kleine, ringsum, aber in Bezug auf Flächenbeschaffenheit mangelhaft ausgebildete Krystalle der Combination (Fig. 28): $0P(001) = c$, $\infty P(110) = p$, $\infty P\!\!\!\!/ \infty (100) = a$, $P\!\!\!\!/ 2(12\bar{2}) = o$, $\frac{1}{2} P\!\!\!\!/ \infty (10\bar{2}) = s$; gewöhnlich tafelförmig nach der Basis. — Sehr vollkommen spaltbar nach a, deutlich nach c.

		Gemessen:	Berechnet:	
$c : p$	$= (001)(110) =$	$^*72^\circ\ 6'$	—	
$p : p$	$= (110)(1\bar{1}0)$	$^*69\ 30$	—	(vordere Prismenkante)
$o : o$	$= (12\bar{2})(1\bar{2}\bar{2})$	$^*103\ 52$	—	(klinodiagonale Polkante)
$a : p$	$= (100)(110)$	$34\ 45$	$34^\circ 45'$	
$o : c$	$= (12\bar{2})(00\bar{1})$	$70\ 58$	$71\ 14$	
$c : a$	$= (001)(100)$	$68\ 10$	$68\ 2$	
$p : o$	$= (110)(12\bar{2})$	$41\ 0$	$41\ 20$	

31. α-Oxyhydromethylchinolin.

$C_{10}H_{13}N$.

(Vergl. O. Fischer, Berliner Ber. 1888, 714.)

Fig. 29.

Krystallsystem rhombisch.

$a : b : c = 0,6309 : 1 : 1,5383$.

Farblose Krystalle der Combination (Fig. 29): $\infty\breve{P}\infty(010) = b$, $\infty\bar{P}\infty(100) = a$, $\infty P(110) = p$, $\bar{P}\infty(101) = r$, $P(111) = o$, gewöhnlich tafelförmig nach der Fläche b.

		Gemessen:	Berechnet:	
$b : p$	$= (010)(110) =$	$^*57^\circ 45'$	—	
$o : b$	$= (111)(010)$	$^*55\ 28$	—	
$p : a$	$= (110)(100)$	$32\ 25$	$32^\circ 15'$	
$o : o$	$= (111)(11\bar{1})$	—	$38\ 16$	(Basiskante)
$o : o$	$= (111)(1\bar{1}1)$	—	$60\ 34$	(brachydiag. Polkante)
$o : o$	$= (111)(\bar{1}11)$	—	$106\ 8$	(makrodiag. Polkante)

32. Methyl-Kairin (Salzsaures α-Oxyhydromethylchinolin).

$C_9H_{10}(CH_3)NOCHCl + 2H_2O$.

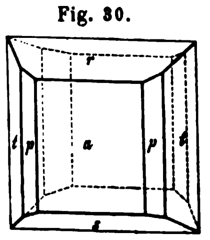
(Vergl. O. Fischer, Berliner Ber. 1888, 714.)

Krystallsystem monosymmetrisch.

$a : b : c = 0,7180 : 1 : 0,3850$

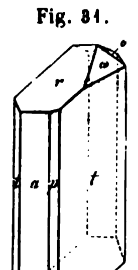
$\beta = 80^\circ 17'$.

Fig. 30.



Lebhaft glänzende, tafelförmige, seltener prismatische Krystalle, an welchen die Flächen $\infty P\infty(100) = a$, $\infty P(110) = p$, $\infty P2(120) = t$, $-P\infty(101) = r$, $P\infty(10\bar{1}) = s$, $P2(\bar{1}22) = o$ und $-P(111) = \omega$, beobachtet wurden. Die tafelförmigen Krystalle, an welchen die Flächen a, p, t, r und s gewöhnlich im Gleichgewicht entwickelt sind (Fig. 30), besitzen einen

Fig. 31.



rhombischen Habitus; die prismatischen, an welchen immer einzelne Prismenflächen dominiren, andere verkümmert sind, zeigen einen asymmetrischen Bau. An letzteren (Fig. 31) treten auch die Pyramidenflächen einzeln und sehr untergeordnet auf. Die Flächen der Prismenzone erscheinen oft geknickt und parkettirt. — Wasserhell, luftbeständig; sehr deutlich spaltbar nach $P\infty(\bar{1}01) = s$.

		Gemessen:	Berechnet:
$a : r$	$= (100)(101) =$	*54° 23′	—
$a : s$	$= (100)(10\bar{1})$	*69 30	—
$a : t$	$= (100)(120)$	*55 9	—
$r : s$	$= (101)(\bar{1}01)$	55 38	56° 7′
$r : t$	$= (101)(120)$	70 37	70 33
$r : p$	$= (101)(110)$	61 45	61 46
$a : p$	$= (100)(110)$	35 58	35 41
$p : t$	$= (110)(120)$	18 0	18 11
$t : t$	$= (120)(\bar{1}20)$	70 7	69 42
$\omega : t$	$= (111)(120)$	55 27	55 44
$o : s$	$= (\bar{1}22)(\bar{1}01)$	36 30	36 51

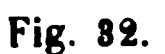
Ebene der optischen Axen die Symmetrieebene $\infty P\infty(010)$; eine der Axen steht nahezu senkrecht auf $P\infty(\bar{1}01) = s$.

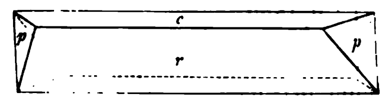
33. Hydroparacumarsäure.

$C_6H_4.OH$
CH_2
CH_2
$COOH$

Krystallsystem monosymmetrisch.

$a : b : c = 1,4511 : 1 : 1,2773$
$\beta = 78° 10'$.


Fig. 32.



Gelbe, durchsichtige, nach der Orthodiagonale gestreckte dünne Prismen der Combination (Fig. 32): $0P(001) = c$, $P\infty(10\bar{1}) = r$, $\infty P(110) = p$. — Luftbeständig, stark glänzend.

		Gemessen:	Berechnet:	
$c : p$	$= (001)(110) =$	*83° 13′	—	
$p : p$	$= (110)(\bar{1}10)$	*70 19	—	(orthodiag. Prismenkante)
$c : r$	$= (001)(\bar{1}01)$	*69 15	—	
$p : r$	$= (110)(10\bar{1})$	60 53	60° 47′	

Ebene der optischen Axen die Symmetrieebene; auf der Fläche c erscheint im Polariskop das Interferenzbild einer Axe am Rande des Gesichtsfeldes (im stumpfen Winkel β).

34. Dinitrohydroparacumarsäure.

$$\begin{array}{l} C_6H_2.OH.(NO_2)_2 \\ CH_2 \\ CH_2 \\ COOH \end{array}$$

(Krystalle aus Eisessig. Schmelzpunkt 137°,5.)

Krystallsystem rhombisch.

$$a : b : c = 0{,}9478 : 1 : 0{,}5429.$$

Gelbe, durchsichtige, nach der Verticalaxe langgestreckte, nach a sehr dünntafelförmige Krystalle, an welchen die Flächen $\infty \bar{P} \infty (100)$, $\infty P(110)$ und $\bar{P}\frac{5}{4}(544)$ vorherrschen; in sehr untergeordneter Entwicklung wurden noch beobachtet $\infty \breve{P} \infty (010)$ und die Brachypyramiden $\breve{P}\frac{7}{5}(577)$ und $\breve{P}2(122)$. Unvollkommen spaltbar nach $0P$, sehr zerbrechlich; stark glänzend, luftbeständig.

	Gemessen:	Berechnet:
(100)(110) =	*43° 28′	—
(100)(544)	*57 49	—
(544)(5$\bar{4}$4)	47 45	47° 38′ (brachydiag. Polkante)
(100)(577)	70 0	70 13
(100)(122)	76 0	75 52

35. Schwefelsaures Diamidophenol.

$$C_6H_3\begin{array}{l} OH \\ NH_2 \\ NH_2 \end{array}.H_2SO_4$$

Krystallsystem monosymmetrisch.

$$a : b : c = 1{,}2219 : 1 : 1{,}1242$$
$$\beta = 70^0\ 20'.$$

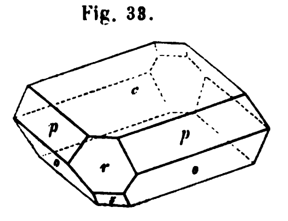


Fig. 33.

Dicktafelförmige, durch das Fehlen oder Zurücktreten einzelner Flächen sehr unsymmetrisch entwickelte Krystalle der Combination (Fig. 33): $0P(001) = c$, $\infty P(110) = p$, $P(11\bar{1}) = o$, $P\infty(10\bar{1}) = s$, $2P\infty(20\bar{1}) = r$. — Schwärzlichviolett, lebhaft glänzend; luftbeständig.

	Gemessen:	Berechnet:	
$c : s = (001)(\bar{1}01)$ =	*51° 27′	—	
$o : o = (11\bar{1})(1\bar{1}\bar{1})$	*87 24	—	(klinodiagonale Polkante)
$c : p = (001)(110)$	*77 58	—	
$c : o = (001)(\bar{1}11)$	63 16	63° 13′	
$r : c = (20\bar{1})(00\bar{1})$	77 42	77 36	

36. Salzsaures Chinolinmonocarbonsäure-Platinchlorid.

$(C_{10}H_7NO_2, HCl)_2PtCl_4$.

(Vergl. Carl Riedel, Ueber Abkömmlinge der Aethylzimmtsäure. Inaug.-Dissert. München 1883.)

Krystallsystem asymmetrisch.

$a : b : c = 0,6522 : 1 : 0,5827$
$\alpha = 85^\circ 22'$
$\beta = 89\ 36$
$\gamma = 94\ 12$.

Die in Figur 34 abgebildete flächenreichste Combination wurde nur an einem einzigen Krystall beobachtet. Sie zeigt die Flächen $'\bar{P}'\infty(101) = d$, $\infty P'_,(110) = p$, $\infty'_,P(1\bar{1}0) = q$, $\infty\breve{P}\infty(010) = b$, $_,P(\bar{1}11) = s$, $P_,(11\bar{1}) = t$, $2\breve{P}2(121) = r$. Die meisten Krystalle erscheinen jedoch als kleine Täfelchen von rhombischem Umrisse, gebildet durch die Flächen $'\bar{P}'\infty$, $\infty\breve{P}\infty$, $\infty'_,P$ (Fig. 35). Die Flächen sind meistens etwas aufgewölbt, die Messungsresultate deshalb ein wenig schwankend. — Trübt sich allmählig an der Luft.

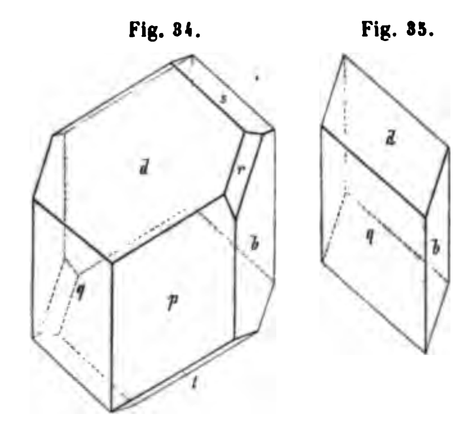


Fig. 34. Fig. 35.

	Gemessen:	Berechnet:
$b : d = (010)(101)$ =	*90° 36′	—
$p : d = (110)(101)$	*57 19	—
$p : b = (110)(010)$	*54 24	—
$p : q = (110)(1\bar{1}0)$	*65 10	—
$b : t = (010)(11\bar{1})$	*56 15	—
$t : p = (11\bar{1})(110)$	70 0	70° 18′
$s : q = (\bar{1}11)(\bar{1}10)$	71 21	71 32
$q : b = (1\bar{1}0)(0\bar{1}0)$	60 30	60 25
$q : d = (1\bar{1}0)(101)$	53 44	53 53
$b : r = (010)(121)$	49 0	49 21

Die Auslöschungsrichtung auf d schneidet die Kante db unter ca. 36°.

XXIII. Auszüge.

---

1. P. Hautefeuille (in Paris): **Krystallographische Beobachtungen an einer Zinkblende** (Observations cristallographiques sur une variété de blende naturelle. Cptes. rend. **98**, 774, 1881). — **Künstliche Krystalle von Zink- und Cadmium-Sulfid** (Sur la cristallisation des sulfures de cadmium et de zinc. Cptes. rend. **98**, 824, 1881). Die bei vielen Mineralien beobachtete Zonalstructur findet sich häufig bei der Blende (speciell an den Krystallen von Picos de Europa, Prov. Santander), deren stets einer Octaëderfläche parallelen Wachsthumsschichten übrigens nicht concentrisch sind, sondern den ganzen Krystall quer durchsetzen. Dadurch ist diejenige Octaëderflächennormale, welche senkrecht zu den Lamellen steht, besonders ausgezeichnet. — Diese Varietät der Blende zeigt ausser den gewöhnlichen sechs Spaltrichtungen noch drei andere, die einem um eine Octaëderflächennormale gewendeten Rhombendodekaëder entsprechen. Als ununterbrochene Spaltungsflächen erscheinen jedoch blos diejenigen, die normal zu den eingelagerten Lamellen stehen und gemeinschaftlich beiden Krystallen angehören. Unter den Lamellen alterniren citrongelbe mit röthlich gefärbten; beide zeichnen sich durch eine Verschiedenheit in ihrer chemischen Zusammensetzung aus und befinden sich in Zwillingsstellung zu einander. Die Zwillingsaxe ist nach dem Verf. als einzige dreizählige Symmetrieaxe und optische Axe zu betrachten. Normal zu ihr geschliffene Platten verhalten sich isotrop, während die parallel zu ihr geschnittenen die Lichtstrahlen deutlich doppelt brechen. Die optische Wellenfläche ist freilich ein der Kugel sehr nahe kommendes Rotationsellipsoïd, weshalb auch normal zur optischen Axe geschliffene, selbst 2 mm dicke Platten keine Interferenzringe zeigen, sondern, gerade so wie der Leucit, blos bläuliche Farben. Die der Axe parallelen Platten zeigen ferner, dass innerhalb der einheitlich gefärbten Lamellen eine Zwillingsbildung vorhanden ist, indem die Hauptaxe theils in der Platte normal zur Lamelle liegt, theils aber geneigt gegen dieselbe in der Richtung einer der pseudo-dreizähligen Axen. Es treten somit im Ganzen vier Systeme von Zwillingslamellen auf. [Wenn die optische Axe nicht durchweg normal zu den Lamellen steht, so dürften sich Platten parallel diesen letzteren geschnitten auch nicht durchweg isotrop verhalten. D. Ref.]

Um Krystalle des Greenockit und des Wurtzit zu erhalten, genügt es, die amorphen Sulfide einer hohen Temperatur auszusetzen. Der so dargestellte Greenockit besitzt keine Endigungen. Vermuthend, dass diese Entwickelung der Hemimorphie zuzuschreiben sei, hat Verf. die Krystallisation auf einer Schicht pulveriger Thonerde bewirkt. Das Cadmiumsulfid wird in einen 0,10 m hohen Porzellantiegel gebracht, der mit geglühter Thonerde ausgefüllt ist. Der Porzellantiegel wird von einem anderen aus Graphit [im Originale »plombamine«, soll

wohl plombagine heissen? der Ref.) geschützt und unter Bedingungen erhitzt, die ein Verdampfen des Sulfids bewirken, welches sich sodann auf der Thonerde absetzt. Häufig entstehen dabei einzelne, an beiden Enden und zwar hemimorph ausgebildete Krystalle wie die des natürlichen Greenockits, mit $10\bar{1}2$ und $10\bar{1}1$. — Auf demselben Wege erhält man auch den Wurtzit in einzelnen Krystallen mit gut spiegelnden Flächen, z. Th. in hemimorpher Ausbildung: das eine Ende von 0001 allein begrenzt, das andere von $10\bar{1}2$, $10\bar{1}1$ und 0001. Die Wurtzitkrystalle verwachsen manchmal mit ihren gleichentwickelten Enden, auf diese Weise ihre hemimorphe Ausbildung verdeckend. Dass es aneinander gewachsene Einzelkrystalle sind, sieht man besonders deutlich unter dem Mikroskop und speciell an Schliffen parallel der optischen Axe: es zeigen sich abwechselnde Lamellen von zweierlei Farben, besonders wenn die Krystalle aus natürlicher Blende dargestellt worden sind und, wie diese, fremde Sulfide enthalten. Es ist weder ein trigonales Prisma, noch eine ungleiche Entwickelung der beiden nebeneinander vorkommenden hexagonalen Prismen beobachtet worden. Die Krystalle sind also nicht rhomboëdrisch, sondern holoëdrisch-hexagonal.

Krystalle von zonaler Blende nach der Methode von den Herren Fouqué und M. Lévy der Rothgluth unterworfen (recuit) behalten ihre Lamellen, verwandeln sich aber in Wurtzit, werden einaxig mit einer normal zu den Lamellen gerichteten optischen Axe. Da die bisherigen Beobachtungen des Verf's. an den zonalen Blenden ihn zur Annahme einer rhomboëdrischen Symmetrie für dieselben führten, so ergiebt sich, dass die Rothgluth diese Symmetrie in eine hexagonale umwandelt. Dasselbe geschieht auch mit der regulären Blende. (Diese Beobachtungen sind wohl geeignet ein neues Licht zu verbreiten über die interessanten, aber unerklärt gebliebenen Resultate der sorgfältigen Untersuchungen von Herrn L. Calderon — vergl. diese Zeitschr. 4, 504 — und dieselben in befriedigenderer Weise zu deuten, als es von anderer Seite geschehen ist. Die Ursache der Veränderung des Werthes des Brechungsexponenten mit der Richtung im Krystall würde sich hiernach von selbst ergeben; ebenso dürfte dessen Aenderung mit der Dicke der vom Strahl durchzogenen Schicht auf dieselbe Ursache zurückzuführen sein, indem die gebrochenen Strahlen sicherlich verschieden orientirte Schichten passirten. D. Ref.)

Ref.: Arzruni.

2. H. Regnard (in Paris): **Wulfenit von Yuma, Arizona** (Sur un échantillon de Wulfenite de Zuma, Arizona. Bull. soc. min. de Fr. 5, 2, 1882). Der orangegelbe Wulfenit (vergl. diese Zeitschr. 6, 397, 1882 und 7, 592, 1883) soll nach Herrn Adam Smith variable Mengen Arsen enthalten. Mit dem Wulfenit kommen kurze blutrothe Säulchen von Vanadinit vor (vergl. diese Zeitschr. 6, 521, 1882).

Ref.: A. Arzruni.

3. A. de Schulten (in Paris): **Künstlicher Analcim** (Sur la reproduction de l'analcime. Bull. soc. min. de Fr. 5, 7, 1882, auch Cptes. rend. 94, 96, 1882). Im Verlauf seiner Versuche erhielt Verf. das Mineral auf einem anderen Wege als früher (Erwärmen von Aetznatron in zugeschmolzenen Röhren aus französischem Glas — vergl. diese Zeitschr. 5, 499, 1881). Wird nämlich ein Gemenge von Natriumsilicat und Natriumaluminat in Mengen, deren Kieselsäure und Thonerde in demselben Verhältnisse stehen wie im Analcim, unter Zusatz von Kalk-

wasser in einem hermetisch verschliessbaren Kupferrohre bei 180° 18 Stunden lang erwärmt, so entsteht folgende Verbindung:

	künstl.:	natürl. Analcim:
Kieselsäure	55,4	54,4
Thonerde	22,1	23,3
Natron (Diff.)	14,3	14,1
Wasser	8,2	8,2
	100,0	100,0

Das Kalkwasser begünstigt blos die Krystallisation, da bei dessen Abwesenheit keine einzelne Krystalle erhalten werden, sondern rundliche Aggregate mit drusiger Oberfläche. Die Krystalle zeigen bald das Ikositetraëder 112, bald den Würfel, häufig die Combination beider Gestalten. Die Ikositetraëder scheinen stets dann zu entstehen, wenn die Lösung sehr concentrirt und alkalisch ist; sonst bilden sich Würfel. Diese Krystalle sind entschieden isotrop; selbst bei Anwendung der empfindlichen Quarzplatte zeigen sie keinerlei Zerlegung des polarisirten Lichtes. Verf. ist auf Grund von Beobachtungen an natürlichen und von ihm selbst früher dargestellten künstlichen Krystallen dieser Verbindung geneigt anzunehmen, dass die elementaren Krystalle einer geringen Veränderung in ihrer optischen Elasticität unterliegen, ohne dass sie jedoch darum äusserlich die Gestalten des regulären Systems aufzuweisen aufhören. [Kurz, es soll ein Fall von Dimorphie vorliegen. Der Ref.]

Ref.: A. Arzruni.

4. **Ed. Jannettaz** (in Paris): **Ueber ein Phosphornickel** (Note sur un phosphure de nickel. Bull. soc. min. de Fr. 5, 17, 1882). Herr Jules Garnier erhielt diese Verbindung Ni_5P durch Zusammenschmelzen von saurem Calciumphosphat, Kohlenstaub und metallischem Nickel und durch langsames Erkaltenlassen der Schmelze. Es bilden sich Höhlungen und in diesen langprismatische Krystalle, deren Prismenwinkel = 90°. Die Endigungen sind undeutlich; manchmal tritt eine zum Prisma normale Fläche auf, in anderen Fällen eine vierflächige aber stark gerundete Zuspitzung. Wahrscheinlich sind die Krystalle tetragonal. Farbe — hellgelb, ähnlich der des metallischen Nickels. Spec. Gewicht = 7,283; Härte = 5,5.

Ref.: A. Arzruni.

5. **L. Bourgeois** (in Paris): **Darstellung künstlicher Mineralien** (Essai de production artificielle de Wollastonite et de meïonite. Bull. soc. min. de Fr. 5, 13, 1882. — Reproduction artificielle de la Withérite, de la Strontianite, et de la calcite. Ebenda 5, 111 und Cptes. rend. 94, 228 und 991, 1882). Unter Anwendung der von den Herren Fouqué und M. Lévy angegebenen Methode, aber ohne Gebrauch eines Flussmittels, stellte Verf. eine Reihe von Silicaten dar. Ein Gemenge zu gleichen Theilen Kieselsäure und Kalk zeigte sich wenig schmelzbar; erst bei Weissgluth bildete sich ein klares Glas. Bei fallender Temperatur krystallisirt die Masse unter heftiger Wärmeentwicklung. Nach zweitägigem Schmelzen entstand eine krystalline Masse — Nadeln von etwa 1 mm Länge und bis 0,1 mm dick. In Dünnschliffen, die vollkommen durchsichtig und farblos sind, erkennt man lange Prismen mit rechtwinkeligen Endigungen. Sie zeigen lebhafte Polarisationsfarben und einen gegen die Längsausdehnung 4° nicht übersteigenden Auslösch-

ungswinkel: einige Krystalle sind Zwillinge (manchmal wiederholte) nach einer der Längsrichtung parallel verlaufenden Fläche. Im parallelen Lichte erscheinen einige Stellen beständig dunkel und liefern im convergenten Lichte ein kaum dislocirtes Kreuz mit isochromatischen Ringen. Der Charakter der Doppelbrechung ist positiv. Da beim Wollastonit $2E = 70^0\ 40'$, so dürfte die künstlich erhaltene Verbindung eine dimorphe Modification desselben sein. Sie liefert wie jener mit Säuren eine Gallerte, ist monosymmetrisch mit wenig entfernten Axen, deren Ebene normal zur Symmetrieebene steht. [Nicht ganz klar ist der Satz: die Axen liegen nahezu in der Richtung der Kante (100.001). Ist die Substanz monosymmetrisch, so ist die Richtung der Axenebene genau parallel dieser Kante oder senkrecht zu ihr: ist es aber nicht der Fall, so sind die Krystalle eben nicht monosymmetrisch. Der Ref.] Auf dieselbe Weise wurde das analoge $SrSiO_3$ erhalten. Das Schmelzen ist noch schwieriger: das Product, ebenfalls durchsichtig und wasserhell, ist faserig, zeigt lebhafte Polarisationsfarben und parallele Auslöschungen. Die schwach polarisirenden Stellen zeigen im convergenten Lichte eine Interferenzfigur mit stark auseinandergehendem Kreuz und positivem Charakter der Doppelbrechung. — Ein dem Mejonit $Na_2Ca_5Al_8Si_9O_{36}$ (Sauerstoff 1 : 2 : 3) entsprechendes Gemenge ist bei heller Rothgluth leicht schmelzbar und krystallisirt bei einer etwas niedereren Temperatur. Die durchsichtige, wasserhelle Masse zeigt unter dem Mikroskop sechsstrahlige Verzweigungen, die gleiche Winkel einschliessen, oder sich unter einem rechten Winkel kreuzende Lamellen. Die Auslöschungen sind parallel den Streifen des Gitters oder den Strahlen der sechsstrahligen Sterne. Die Interferenzfigur ist die einer einaxigen positiven Substanz, also in dieser Beziehung vom Mejonit abweichend, mit dem es sonst dieselbe Zusammensetzung und das gleiche Verhalten Säuren gegenüber (Gelatiniren) besitzt. — Dass die so erhaltenen Wollastonit und Mejonit von den natürlichen abweichen, darf nicht Wunder nehmen, da die letzteren nicht aus Schmelzfluss entstanden sind. — Wendet man das Gemenge $Ca_6Al_8Si_9O_{36}$ an, so bemerkt man zunächst dessen leichtere Schmelzbarkeit. Bei dunkler Rothgluth entstehen inmitten einer glasigen Masse lange farblose, parallel ihrer Längsrichtung nach Art der Plagioklase verzwillingte, durch Säuren leicht angreifbare Krystalle. Die Auslöschung erreicht 45^0; die Axe der grösseren Elasticität ist bald längs, bald quer gelegen. Es dürfte die Substanz Anorthit sein, nur ist die niedere Entstehungstemperatur auffallend.

Die Carbonate der alkalischen Erden krystallisiren ausserordentlich leicht aus dem Schmelzfluss bei Gegenwart eines Flussmittels, wie z. B. eines Gemenges gleicher Theile von Chlorkalium und Chlornatrium. Das Schmelzen geschieht bei dunkler Rothgluth. Bringt man einige Decigramm der Carbonate von Baryum, Strontium oder Calcium in die geschmolzene Masse hinein, so sammeln sie sich am Boden, ohne jegliche Gasentwicklung zu bedingen. Nach einigen Minuten Schmelzens und nachherigem Auslaugen der Masse erhält man deutliche Krystalle mit allen Eigenschaften der natürlichen Carbonate. Der Witherit liefert sechsseitige Tafeln nach (001), begrenzt von (110) und (010), schwach doppelbrechend, parallel (010) auslöschend, in welcher Ebene die um die negative Mittellinie wenig entfernten Axen, mit $\varrho > v$, liegen. Zwillinge nach (110) sind an den sich beiläufig unter 62^0 kreuzenden Lamellen kenntlich. Andere Krystalle sind lang nach dem Prisma und liegen auf (100). An ihnen erkennt man die Flächen (001). Der Strontianit liefert keine Tafeln nach (001), nur lange Prismen mit longitudinaler Auslöschung und starker negativer Doppelbrechung. Oft tritt (011) auf. Federförmige Verzweigungen sind entweder parallel dieser Form oder sich

senkrecht schneidend. — Der Calcit liefert schneeähnliche Krystalle. Es treten (10$\bar{1}$1) und (0001) auf. Die sechsstrahligen Sterne bleiben bei gekreuzten Nicols dunkel und zeigen ein sehr vollkommenes, einaxiges Bild. Doppelbrechung stark und negativ. Zwillingslamellen treten nicht auf. Die hohe Temperatur verhindert die Bildung von Aragonit.

Ref.: A. Arzruni.

6. A. de Schulten (in Paris): **Ueber ein krystallisirtes künstliches Hydrosilicat** (Sur la production artificielle d'un silicate hydraté cristallisé. Bull. soc. min. de Fr. **5**, 92, 1882, auch Cptes. rend. **94**, 992, 1882). Giesst man in eine conc. Lösung von Kaliumsilicat Kalkwasser bis zur Entstehung eines schwachen Niederschlages und erhitzt diese Mischung in zugeschmolzenem Rohre auf 180—200° während 24 Stunden, so sieht man nach dem Erkalten die Masse zu einer durchsichtigen Gallerte erstarren, in welcher etwas krystallisirte Substanz enthalten ist. Diese tritt in dünnen Prismen auf und bildet sich auf Kosten der Gallerte, wenn man das Erhitzen noch weiter fortsetzt. Durch Auslaugen erhält man die Nadeln rein, bis auf einige beigemengte hexagonale Tafeln, deren Zahl um so grösser ist, je weniger Kalkwasser angewandt wurde. Eine zu grosse Menge des letzteren hindert dagegen überhaupt die Bildung der Krystalle und es entsteht blos die amorphe Masse. Die Prismen sind weiss, perlmutterglänzend, schmelzen vor dem Löthrohre zu Email; Salzsäure, selbst kalte, zersetzt die Krystalle unter Abscheidung von gallertartiger Kieselsäure, die die Form der Krystalle beibehält.

	Gefunden:	Für $(K_2, Na_2, Ca)\,Si_3O_7 + 2H_2O$ berechnet:
Kieselsäure	64,2	65,3
Thonerde	0,7	—
Kalk	14,7	15,6
Natron	3,3	3,5
Kali	2,2	2,6
Wasser	14,5	13,0
	99,6	100,0

Die Oxyde K_2O, Na_2O, CaO sind im Verhältniss 1 : 2 : 10 in der Verbindung enthalten. Natron wie Thonerde rühren offenbar vom Glasrohre her; die Thonerde ist wahrscheinlich in den hexagonalen Tafeln, die Levyn sein dürften, enthalten. Von allen natürlichen Hydrosilicaten nähert sich dem obigen am meisten der Okenit $CaSi_2O_5 + H_2O$, mit $SiO_2 = 56,60$; $Ca = 26,42$; $H_2O = 16,98$. Im Schwefelsäure-Exsiccator und nachher auf dem Wasserbade getrocknet geben die Krystalle 4—5% Wasser ab. — Sie zeichnen sich unter dem Mikroskop durch lebhafte Polarisationsfarben und longitudinale Auslöschung aus; mit ihrer Längsausdehnung fällt die Richtung der grössten optischen Elasticität zusammen. — Die Anwendung von Natriumsilicat an Stelle des Kaliumsalzes liefert eine der soeben beschriebenen analoge Verbindung, die aber noch nicht in reinem Zustande erhalten worden ist.

Ref.: A. Arzruni.

7. E. Lommel (in Erlangen): **Die Isogyrenfläche der doppelbrechenden Krystalle; allgemeine Theorie der Curven gleicher Schwingungsrichtung** (Sitzungsber. der phys.-medic. Soc. zu Erlangen, 17. Juli 1882. — Wiedem.

Ann. der Phys. 1883, 18, 56—78). Die Erscheinung, welche eine Krystallplatte im convergenten polarisirten Lichte darbietet, ist erschöpfend charakterisirt durch zwei das Gesichtsfeld durchziehende Systeme krummer Linien: die Curven gleichen Gangunterschiedes, welche bei Anwendung von weissem Licht in ihrer ganzen Erstreckung die nämliche Interferenzfarbe zeigen (Isochromaten) und die Curven gleicher Schwingungsrichtung (Isogyren). Letztere geben zu den »farblosen« Büscheln Anlass, welche bei Anwendung von weissem Lichte die isochromatischen Linien durchsetzen.

Einen Ueberblick über die Isochromaten, welche eine in beliebiger Richtung geschnittene Krystallplatte zeigt, gewährt die von Bertin eingeführte isochromatische Fläche*). Die Isogyren sind dagegen bisher nur für den Fall einer senkrecht zur ersten Mittellinie geschnittenen Platte eingehender behandelt worden. In der vorliegenden Abhandlung giebt der Verf. eine vollständige Theorie derselben.

Die Hauptaxen der optischen Elasticität eines optisch zweiaxigen Krystalles seien bezeichnet mit X, Y, Z, derart, dass Z die erste Mittellinie, Y die mittlere Elasticitätsaxe ist. Der wahre Winkel der optischen Axen A und A' sei gleich $2V$. Die Normale der Krystallplatte sei K:

$$\cos(KX) = a, \quad \cos(KY) = b, \quad \cos(KZ) = c.$$

Der Coordinatenanfangspunkt liege in der Eintrittsfläche und sei der Ausgangspunkt des die Platte durchsetzenden Strahlenkegels. Bedeuten ξ, η, ζ die Richtungscosinusse einer in der Eintrittsfläche gelegenen Geraden, so dass:

$$\xi^2 + \eta^2 + \zeta^2 = 1 \qquad (9)**$$

ist, ferner x, y, z die Coordinaten eines Punktes der Austrittsfläche, e die Dicke der Krystallplatte, so ist die Gleichung der Eintrittsfläche:

$$a\xi + b\eta + c\zeta = 0 \qquad (6)$$

und die Gleichung der Austrittsfläche:

$$ax + by + cz - e = 0. \qquad (5)$$

Die Schwingungsebenen der beiden Wellen, welche zu einer im Krystall gelegenen Wellennormalenrichtung Q gehören, sind die Halbirungsebenen des von den Verbindungsebenen QA und QA' gebildeten Winkels und seines Nebenwinkels. Die Richtung von Q sei bestimmt durch die Winkel, welche die Normalen N und N' jener Verbindungsebenen mit der Y-Axe einschliessen:

$$(NY) = \beta, \quad (N'Y) = \beta'.$$

Dann sind die Gleichungen der Ebenen QA und QA':

$$x \sin\beta \cos V + y \cos\beta - z \sin\beta \sin V = 0 \qquad (1)$$
$$x \sin\beta' \cos V + y \cos\beta' + z \sin\beta' \sin V = 0 \qquad (2)$$

und die Gleichungen der Schwingungsebenen:

$$x(\sin\beta - \sin\beta')\cos V + y(\cos\beta - \cos\beta') - z(\sin\beta + \sin\beta')\sin V = 0 \quad (3)$$
$$x(\sin\beta + \sin\beta')\cos V + y(\cos\beta + \cos\beta') - z(\sin\beta - \sin\beta')\sin V = 0. \quad (4)$$

Die beiden Geraden, in welchen diese Ebenen die Austrittsfläche (5) schnei-

* Ann. chim. phys. 1861, 63, 57.

** Diese Nummern beziehen sich auf die Bezifferung der entsprechenden Formeln in der Original-Abhandlung.

den, geben die Schwingungsrichtungen an, welche dem Punkte x, y, z der letzteren zugehören. Diesen Schwingungsrichtungen laufen parallel die Durchschnittsgeraden der Eintrittsfläche (6) und der beiden Schwingungsebenen, deren Gleichungen auch in der Form:

$$\xi(\sin\beta - \sin\beta')\cos V + \eta(\cos\beta - \cos\beta') - \zeta(\sin\beta + \sin\beta')\sin V = 0 \quad (7)$$
$$\xi(\sin\beta + \sin\beta')\cos V + \eta(\cos\beta + \cos\beta') - \zeta(\sin\beta - \sin\beta')\sin V = 0 \quad (8)$$

geschrieben werden können. In (6) und (7), resp. (8) bedeuten jetzt die Grössen ξ, η, ζ die Richtungscosinus einer gegebenen Schwingungsrichtung. Nimmt man ξ, η, ζ als constant an, so müssen die beiden Winkel β und β', welche die Richtung der Wellennormale Q bestimmen, der Bedingung (7) genügen, damit Q die Austrittsfläche in einem Punkte x, y, z treffe, dem jene gegebene Schwingungsrichtung zugehört. Man braucht also nur aus den Gleichungen (1), (2) und (7) die Grössen β und β' zu eliminiren, um eine Gleichung zwischen x, y, z zu erhalten, d. i. die Gleichung der Fläche, welche den geometrischen Ort aller zu der gegebenen Schwingungsrichtung ξ, η, ζ gehörigen Punkte als Durchschnittscurve mit der Austrittsfläche (5) der Krystallplatte erzeugt. Auf diese Weise findet man als Gleichung der gesuchten Isogyrenfläche:

$$\frac{x\cos^2 V}{\zeta y - \eta z} + \frac{y}{\zeta x - \xi z} + \frac{z\sin^2 V}{\eta x - \xi y} = 0. \quad (J)$$

Zu derselben Gleichung wird man geführt, wenn man statt (7) die Gleichung (8) zu Grunde legt. Die Isogyrenfläche ist also eine Kegelfläche dritter Ordnung, welche durch die beiden optischen Axen ($y = 0$, $z = \pm x \cot V$) hindurchgeht. Sie ist allerdings kein festes, nur von den optischen Constanten des Krystalls abhängiges Gebilde [wie die isochromatische Fläche]; ihre jeweilige Gestalt ist vielmehr, vermöge der Gleichung (6), von der krystallographischen Orientirung der Krystallplatte abhängig. Nichtsdestoweniger bietet sie den Vortheil, dass durch ihre Einführung alle Einzelfälle von der einzigen Gleichung (J) umfasst werden, welche mit der Gleichung (5) der Austrittsfläche combinirt und unter Berücksichtigung der Relationen (6) und (9) die Gleichung der Isogyren in jedem Falle in übersichtlicher Form liefert.

Bezieht man die Isogyren auf ein rechtwinkliges Coordinatensystem X', Y', Z', dessen Z'-Axe mit der Normale K der Krystallplatte zusammenfällt, so bestehen die Transformationsformeln:

$$\left.\begin{aligned} x &= a_1 x' + a_2 y' + ae \\ y &= b_1 x' + b_2 y' + be \\ z &= c_1 x' + c_2 y' + ce \end{aligned}\right\} (11) \qquad \left.\begin{aligned} \xi &= a_1 \xi' + a_2 \eta' \\ \eta &= b_1 \xi' + b_2 \eta' \\ \zeta &= c_1 \xi' + c_2 \eta' \end{aligned}\right\} (12)$$

worin:

$$a_1 = \cos(XX'),\quad b_1 = \cos(YX'),\quad c_1 = \cos(ZX'),$$
$$a_2 = \cos(XY'),\quad b_2 = \cos(YY'),\quad c_3 = \cos(ZY')$$

gesetzt ist.

Die so gewonnene Curvengleichung giebt zunächst die Isogyre in der Gestalt, wie sie durch den innerhalb des Krystalls verlaufenden Strahlenkegel auf die Innenseite der Austrittsfläche gezeichnet wird. Es lässt sich aber leicht nachweisen, dass die nach dem Austritt der Strahlen dem Auge sich darbietende Isogyre der inneren angenähert ähnlich ist, derart, dass ihre Dimensionen zu den entsprechenden Dimensionen der inneren Isogyre im Verhältniss von $\mu : 1$ stehen, wenn μ einen mittleren constanten Brechungscoefficienten bezeichnet.

Die Krystallplatte befinde sich in einem Polarisationsapparate für convergentes Licht, in welchem die Schwingungsrichtungen des Polarisators und des Analysators in den Azimuten α und γ liegen. Ferner mögen die Axe X' im Azimut χ, die zu einer Isogyre gehörigen Schwingungsrichtungen in den Azimuten $\varphi + \chi$ und $\psi + \chi$ liegen. Dann ist die Intensität der Schwingungsbewegung in dem betrachteten Punkte des Gesichtsfeldes proportional:

$$A_\lambda^2 \{\cos^2(\varphi + \chi - \alpha) \cos^2(\varphi + \chi - \gamma) + \cos^2(\psi + \chi - \alpha) \cos^2(\psi + \chi - \gamma)$$
$$+ 2 A_\lambda^2 \cos(\varphi + \chi - \alpha) \cos(\varphi + \chi - \gamma) \cos(\psi + \chi - \alpha) \cos(\psi + \chi - \gamma) \cos 2\pi \frac{e}{\lambda} u,$$

worin A_λ die Amplitude des in den Apparat einfallenden homogenen Lichtes von der Wellenlänge λ, und u eine von den Hauptfortpflanzungsgeschwindigkeiten des Krystalles und der Lage des betrachteten Punktes im Gesichtsfelde abhängige Grösse bedeutet. Für dicke Platten und weisses Licht ist die Intensität proportional:

$$L = \cos^2(\varphi + \chi - \alpha) \cos^2(\varphi + \chi - \gamma) + \cos^2(\psi + \chi - \beta) \cos^2(\psi + \chi - \gamma)$$

d. h. sie ist nicht mehr von den Gangunterschieden, sondern nur noch von den Polarisationsverhältnissen der interferirenden Wellen abhängig. Das Bild enthält also in diesem Falle keine isochromatischen Curven, sondern zeigt nur noch in farbloser Schattirung die Isogyren und ist daher zur ungestörten Beobachtung der letzteren besonders geeignet.

Krystallplatte parallel zur Ebene der optischen Axen.

In diesem Falle ist:

$$a = c = 0, \quad b = 1, \quad y = e, \quad \eta = 0.$$

Die Gleichung der Isogyren:

$$(\xi x \cos^2 V - \zeta z \sin^2 V)(\xi z - \zeta x) = e^2 \xi \zeta \tag{10}$$

stellt ein System von Hyperbeln dar. Die Asymptoten einer jeden Hyperbel laufen mit den beiden ihr zugehörigen Schwingungsrichtungen parallel. Die Winkel φ und ψ, welche diese Schwingungsrichtungen mit der positiven X-Axe einschliessen, ergeben sich aus:

$$\tan \varphi = \frac{\zeta}{\xi}, \quad \tan \psi = \cot^2 V \cot \varphi. \tag{13}$$

Während die der Schwingungsrichtung φ entsprechende Hyperbelschaar den ersten und dritten Quadranten ausfüllt, nimmt eine mit dieser in Bezug auf die Coordinatenaxen symmetrische Hyperbelschaar mit der Schwingungsrichtung $-\varphi$ den zweiten und vierten Quadranten ein. Der zwischen 45^0 und 90^0 liegende Winkel α, den die reelle Axe einer jeden Hyperbel der ersten Schaar mit der X-Axe einschliesst, ergiebt sich aus:

$$\tan 2\alpha = -\frac{1 + \cos 2V \cos 2\varphi}{\cos 2V \sin 2\varphi}. \tag{15}$$

Die reelle Halbaxe a ist bestimmt durch:

$$a^2 = -\frac{e^2 \cos 2\alpha}{\cos(\alpha + V) \cos(\alpha - V)}. \tag{17a}$$

Der Winkel zwischen den beiden, einer Hyperbel zugehörigen Schwingungsrichtungen ergiebt sich aus:

$$\cos(\psi - \varphi) = -\frac{\cos 2\alpha}{\cos 2V}. \qquad (19^a)$$

Er wird gleich Null, wenn $\varphi = \psi = \alpha = \pm(90^0 - V)$ ist.

Die Scheitelcurve der Hyperbelschaar:

$$(x^2 \cos^2 V - z^2 \sin^2 V)(x^2 + z^2) + e^2(x^2 - z^2) = 0 \qquad (20)$$

ist von der vierten Ordnung. Sie besitzt im Coordinatenanfang einen Doppelpunkt, in welchem sie von den beiden Geraden: $z = \pm x$ berührt wird, und hat die beiden optischen Axen zu Asymptoten. Erreicht V seinen Grenzwerth 45^0, so reducirt sich diese Curve auf die optischen Axen selbst.

Beispiel. Um in einem concreten Falle die Verhältnisse des Hyperbelsystems zu übersehen, sind in der folgenden Tabelle für Gyps ($V = 28^0\ 45'$) mit den in der ersten Reihe enthaltenen gegebenen Werthen von φ, die unter successiver Anwendung der Gleichungen (13), (19ª) und (17ª) berechneten Werthe von ψ, α und $\frac{a}{e}$ zusammengestellt:

φ	ψ	α	$\frac{a}{e}$
0^0	$90^0\ 0'$	$45^0\ 0'$	0,00000
2	89 24	45 42	0,30830
4	88 48	46 24	0,44654
6	88 11	47 6	0,56119
8	87 35	47 47	0,66430
10	86 58	48 29	0,76323
20	83 45	51 52	1,2589
30	80 9	55 4	1,8884
40	75 50	57 55	2,9291
50	70 16	60 8	5,5041
60	62 28	61 14	46,7722
61 15'	61 15	61 15	∞

In einem Polarisationsapparate, dessen Schwingungsebenen sich rechtwinklig kreuzen ($\alpha = 0^0$, $\gamma = 90^0$), ist die in jedem Punkte der zur Schwingungsrichtung φ gehörigen Hyperbel herrschende Lichtstärke proportional:

$$L = \tfrac{1}{2}\sin^2 2(\varphi + \chi) + \tfrac{1}{2}\sin^2 2(\psi + \chi),$$

wenn die bisherige, zur ersten Mittellinie senkrecht angenommene X-Axe im Azimute χ liegt.

Specieller Fall: Platte eines optisch einaxigen Krystalles parallel zur optischen Axe. Für $V = 0$ ist stets $\psi = 90^0$, d. h. die Schwingungsrichtung des ausserordentlichen Strahles ist allenthalben der optischen Axe parallel und diese ist gemeinschaftliche Asymptote sowohl sämmtlicher Hyperbeln als auch ihrer Scheitelcurve. Es ist:

$$\alpha = 45^0 + \tfrac{1}{2}\varphi$$

$$a^2 = \frac{e^2 \sin\varphi}{\sin^2(45^0 - \frac{1}{2}\varphi)}.$$

Nach diesen Formeln ist das Hyperbelsystem der optisch einaxigen Krystalle berechnet worden (siehe die folgende Tabelle).

φ	α	$\frac{a}{e}$
0°	45°	0,00000
2	46	0,26893
4	47	0,38726
6	48	0,48317
8	49	0,56864
10	50	0,64828
20	55	1,01962
30	60	1,41421
40	65	1,89707
50	70	2,55903
60	75	3,59554
70	80	5,58244
80	85	11,38620
90	90	∞

Der Intensitätsausdruck L wird in diesem Falle:

$$\tfrac{1}{4}\sin^2 2\chi + \tfrac{1}{4}\sin^2 2(\varphi + \chi).$$

Er zeigt, dass vollkommene Dunkelheit nur eintreten kann, wenn die optische Axe mit einer der beiden Schwingungsrichtungen des Polarisationsapparates zusammenfällt ($\chi = 0^0$ oder 90^0), und zwar nur längs der beiden mit diesen Richtungen übereinstimmenden und zu einander senkrechten Durchmesser des Gesichtsfeldes ($\varphi = 0^0$ oder 90^0). Dreht man aber die Platte aus dieser Stellung um einen kleinen Winkel χ, so ist die Lichtstärke ein Minimum ($= \frac{1}{4}\sin^2 2\chi$), wenn $\sin^2 2(\varphi + \chi) = 0$ ist, also sowohl längs der Hyperbel $\varphi_1 = -\chi$ als auch längs der Hyperbel $\varphi_2 = 90^0 - \chi$. Von diesen beiden Hyperbeln, deren Schwingungsrichtungen auf einander senkrecht stehen, ist die erstere, welche sich mit ihren Scheiteln bis nahe zur Mitte des Gesichtsfeldes erstreckt, der Beobachtung zugänglich; die letztere dagegen fällt weit hinaus gegen dessen Grenze und entzieht sich daher der Wahrnehmung. Die Beobachtung jener ersteren Hyperbel gewährt ein einfaches Mittel zur Bestimmung der Lage der optischen Axe bei einer parallel zu dieser geschnittenen Platte eines optisch einaxigen Krystalles. Da beim Uebergang von einer Hyperbel der Schaar zu einer benachbarten die Schwingungsrichtung sich nur wenig ändert, so verlieren sich die Ränder jener Hyperbel mit sehr allmähliger Schattenabstufung in dem helleren Grunde des Gesichtsfeldes.

Krystallplatte senkrecht zur ersten Mittellinie.

In diesem Falle ist:

$$a = b = 0, \quad c = 1, \quad z = e, \quad \zeta = 0.$$

Die Gleichung der Isogyren:

$$(\eta x - \xi y)(\xi x \cos^2 V + \eta y) - e^2 \xi \eta \sin^2 V = 0 \qquad (21)$$

stellt eine durch die beiden Endpunkte der optischen Axen gehende Hyperbel dar, deren Asymptoten parallel mit den beiden zugehörigen Schwingungsrichtungen sind. Der Winkel 2μ zwischen diesen Schwingungsrichtungen ist, wie aus:

$$\tan(\varphi - \psi) = \tan 2\mu = \frac{\tan\varphi + \cos^2 V \cot\varphi}{\sin^2 V} \qquad (25)$$

hervorgeht, ausser für φ oder ψ gleich Null oder 90^0 oder für $V = 0$, stets kleiner als 90^0. Seinen kleinsten Werth $2\mu_{min}$, gegeben durch:

$$\tan \mu_{min} = \cos V, \qquad (26)$$

erreicht er für jene Hyperbel, deren reelle Axe in die Ebene der optischen Axen fällt. Dieser kleinste Asymptotenwinkel ist, so lange der Axenwinkel $2V$ klein ist, sehr nahe ein Rechter, d. h. die Hyperbeln sind nahezu gleichseitig.

Beispiele:

	$2V$	$2\mu_{min}$
Salpeter	5^0 $20'$	89^0 $56'$
Aragonit	18 18	89 16
Glimmer	45 0	85 28
Gyps	57 30	82 29

Da der Winkel V den Grenzwerth 45^0 niemals überschreitet, so hat das absolute Minimum von 2μ den Werth 70^0 $31'$ $47''$.

Die Punkte, in denen jede Hyperbel der Y-Axe am nächsten kommt, liegen auf der Ellipse:

$$x^2 \cos^2 V + y^2 = e^2 \sin^2 V, \qquad (32)$$

deren grosse Axe gleich dem Abstande $2e \tan V$ der Endpunkte der optischen Axen und deren kleine Axe gleich $2e \sin V$ ist. Die Scheitelcurve des Hyperbelsystems:

$$(x^2 + y^2)(x^2 \cos^2 V + y^2) = (x^2 - y^2)\, e^2 \sin^2 V \qquad (39)$$

ist eine geschlossene Curve vierter Ordnung, welche im Coordinatenanfangspunkte, wo sie einen Doppelpunkt besitzt, von den beiden Geraden $y = \pm x$ berührt wird und sich durch diesen Punkt und die beiden Axenendpunkte in Form einer Acht hindurchschlingt.

Annäherung: Dieser Fall wird gewöhnlich nur unter der Voraussetzung behandelt, dass der Winkel der optischen Axen $2V$ so klein sei, dass man statt $\cos V$ die Einheit setzen und demnach auch $\sin V$ mit $\tan V$ vertauschen kann. Die alsdann bestehenden bekannten Relationen ergeben sich leicht aus den vorstehenden allgemeinen Formeln.* (Vergl. die ausführliche, von Abbildungen begleitete Abhandlung des Verf. Pogg. Ann. 1863, **120**, 69.)

Zur Beobachtung der hyperbolischen Büschel eignen sich sowohl sehr dicke als sehr dünne Platten (z. B. ein Viertelwellen-Glimmerblättchen). Letztere zeigen die Isochromaten so erweitert, dass dieselben grösstentheils ausserhalb des Gesichtsfeldes fallen.

Krystallplatte senkrecht zur zweiten Mittellinie.

Die für den vorigen Fall entwickelten Gleichungen bleiben sammt allen daraus gezogenen Folgerungen ungeändert in Geltung. Nur geht jetzt der Winkel V von 45^0 bis 90^0.

Krystallplatte senkrecht zur Ebene der optischen Axen.

Bildet ihre Normale mit der Z-Axe den Winkel γ, so stellt die Isogyrengleichung dritter Ordnung:

$$(x \sin \varphi - y \cos \varphi)^2 \, y \sin 2\gamma$$
$$- 2e(x \sin \varphi - y \cos \varphi) \{x \cos \varphi \cos (\gamma + V) \cos (\gamma - V) + y \sin \varphi \cos 2\gamma\}$$
$$- e^2 \sin 2\gamma (x \sin 2\varphi - y \cos 2\varphi) - e^3 \sin 2\varphi \sin (\gamma + V) = 0 \qquad (44)$$

eine Schaar von Curven dar, deren jede durch die Endpunkte der beiden optischen Axen hindurchgeht.

Krystallplatte senkrecht zu einer der beiden optischen Axen.

In diesem Falle ist $\gamma = V$ und die Gleichung der Isogyren geht über in:

$$(x \sin \varphi - y \cos \varphi)^2 \, y - 2e \cot 2V (x \sin \varphi - y \cos \varphi)(x \cos \varphi + y \sin \varphi)$$
$$- e^2 (x \sin 2\varphi - y \cos 2\varphi) = 0. \qquad (45)$$

Annäherung: Sind x und y so klein, dass ihre höheren Potenzen gegen die erste vernachlässigt werden können, d. h. beschränkt man sich auf einen hinlänglich kleinen Bereich um die Mitte des Gesichtsfeldes, so reducirt sich (45) auf die Gleichung einer geraden Linie:

$$x \sin 2\varphi - y \cos 2\varphi = 0. \qquad (46)$$

Demnach kann in erster Annäherung der dunkle Büschel, welcher bekanntlich bei gekreuzten Schwingungsebenen des Polarisationsapparates in diesem Falle den Axenendpunkt durchsetzt, als geradlinig angesehen werden. Aus (46) ist ersichtlich, dass der Büschel bei einer Drehung der Krystallplatte in ihrer Ebene mit der doppelten Winkelgeschwindigkeit in entgegengesetzter Richtung fortschreitet.

In zweiter Annäherung erhält man aus (45) ein System gleichseitiger Hyperbeln.

Ref.: Th. Liebisch.

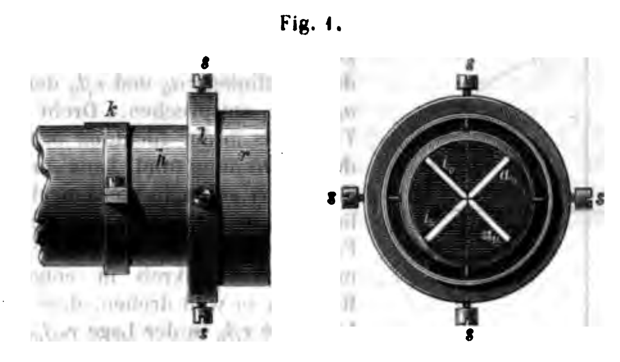
8. **M. Websky** (in Berlin): **Ueber eine Methode, den Normalenbogen, um welchen eine Krystallfläche von einer ihr sehr nahe liegenden Zone absteht, und ihre krystallographische Lage zu bestimmen** (Sitzungsber. der kgl. preuss. Akad. der Wiss. zu Berlin 1882, Nr. XLIV, 967—978). Eine Fläche K liege einer Zone sehr nahe, derart, dass in dem Gesichtsfelde des Beobachtungsfernrohres eines Goniometers, auf welchem man jene Zone justirt hat, auch der Reflex von K auftritt. Dann kann man die Lage der Fläche K durch zwei Winkel η und ε bestimmen. Es bedeutet η den Winkel, welchen die Normale k jener Fläche mit der Projection h der Normale auf die Zonenebene einschliesst, und ε den Winkel zwischen h und der Normale u einer bekannten Fläche U aus jener Zone. Zur Messung dieser beiden Winkel bediente sich der Verfasser früher der in dieser Zeitschrift **4**, 562 beschriebenen Methode. Neuerdings benutzt er das von A. Schrauf*) vorgeschlagene Signal, welches R. Fuess in Berlin seinen Reflexionsgoniometern in folgender Ausführung beigiebt.

Die Silberschicht einer einseitig versilberten kreisförmigen Glasplatte von 9 mm Radius ist nach zwei auf einander senkrechten Durchmessern in einer Breite von 0,25 mm auf der Theilmaschine ausgehoben. Das auf die Glasplatte fallende Licht einer Flamme durchdringt dieselbe demnach in zwei auf einander

*) Sitzungsber. Wien. Akad. 1871, **64**, 1. Abth., Seite 58 des Sep.-Abdr. — Vergl. diese Zeitschr. **3**, 356.

senkrechten engen spaltförmigen Oeffnungen, welche in Figur 1 mit $a_0 i_u$ und $i_0 a_u$ bezeichnet sind. Ueber die Silberschicht ist ein Fadenkreuz gespannt, welches die Winkel der Spaltöffnungen halbirt. Die Glasplatte wird getragen durch

Fig. 1.



vier radial gerichtete, um je einen Quadranten von einander abstehende Stellschrauben *s*, welche ihr Muttergewinde in dem Ringe *l* finden. Dieser Ring sitzt auf der Hülse *h*, welche in das Collimatorrohr des Goniometers eingeführt und hier durch den Anschlag *k* ihrer Lage nach fixirt wird.

Durch die Collimatorlinse betrachtet erscheint das Signal wie Figur 2. Hiervon erzeugt eine auf dem Goniometer justirte spiegelnde Ebene ein verkehrtes Bild (Fig. 3). Dieses liefert alsdann im Beobachtungsfernrohr ein umgekehrtes

Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4.

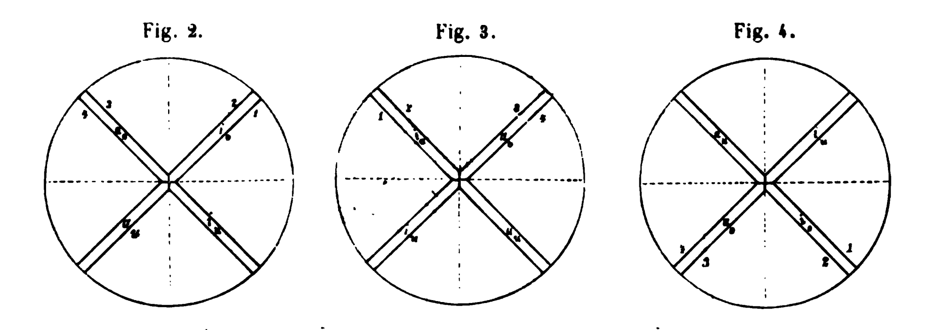


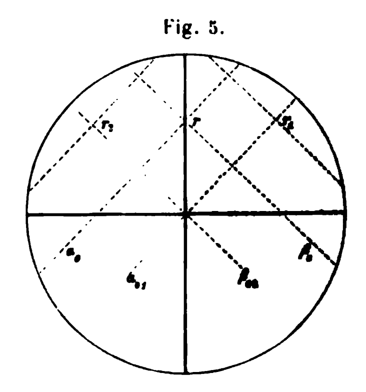
Bild (Fig. 4), derart, dass nunmehr der Beobachter das Signal Figur 2 so erblickt, wie es im Spiegelbilde in Bezug auf eine dem Theilkreis des Goniometers parallele Ebene erscheinen würde.

Es sollen nun gemessen werden 1) der Winkel η, um welchen der Reflex der Fläche *K* von der justirten Zonenebene absteht, und 2) der Winkel ε, um welchen die Position des Theilkreises, in welcher der Reflex von *K* senkrecht über oder unter dem Mittelpunkt des Fadenkreuzes im Beobachtungsfernrohr erscheint, von jener Position, in welcher der Reflex der Fläche *U* auf diesen Punkt trifft, abweicht. Die Messung von η ist es, welche der Verfasser mit Hülfe des

Signales von Schrauf ausführt, nach einem Princip, welches sich aus der Betrachtung der Figuren 5 und 6 ergiebt.

Das von der Fläche K hervorgerufene Bild der Signalmitte werde mit r bezeichnet. Ist K nach oben geneigt, so erscheint r im Gesichtsfelde des Fernrohres über dem Horizontalfaden (Fig. 5).

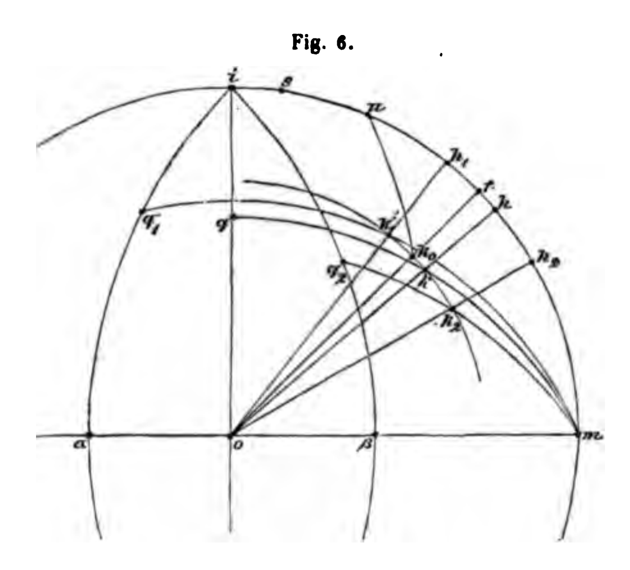
Fig. 5.



Bei einer gewissen Stellung des Theilkreises geht r durch den Verticalfaden, derart, dass die Lichtlinien $r\alpha_0$ und $r\beta_0$ den Spalthälften a_0 und i_0 entsprechen. Dreht man nun den Theilkreis in der Richtung $m\beta_0$, so folgt r dieser Drehung und kann in eine solche Stellung r_1 gebracht werden, dass die Lichtlinie $r\alpha_0$ in der Lage $r_1\alpha_{01}$ die Mitte m des Fadenkreuzes schneidet; andererseits kann man den Theilkreis in entgegengesetzter Richtung so weit drehen, dass nunmehr die Lichtlinie $r\beta_0$ in der Lage $r_2\beta_{02}$ den Mittelpunkt m schneidet. Aus der Theilkreisdrehung V, welche nothwendig ist, um r von r_1 nach r_2 zu führen, kann man aber, wie der Verfasser zeigt, den gesuchten Winkel η ableiten.

Um den Schnittpunkt o der optischen Axen von Collimator und Beobachtungsfernrohr werde eine Kugel beschrieben, welche von diesen Axen in i und m

Fig. 6.



geschnitten wird (Fig. 6). Die durch o und die Lichtlinien a_0 und i_0 des Signals (Fig. 2) gelegten Ebenen schneiden die Kugeloberfläche in den grössten Kreisen $i\alpha$ und $i\beta$, derart, dass Winkel $(\alpha i m) = 135^0$ und $(\beta i m) = 45^0$ ist. Die durch o und den Verticalfaden des Signals gelegte Ebene schneidet die Kugeloberfläche in dem grössten Kreise io, welcher den Winkel $(\alpha i \beta) = 90^0$ halbirt.

Die den Stellungen r_1 und r_2 des Signals r entsprechenden Lagen der Normale k werden mit k_1 und k_2 bezeichnet. Sie befinden sich auf einem Rotationskegel, dessen Axe die Drehungsaxe des Theilkreises und dessen Oeffnungswinkel $180^0 - 2\eta$ ist. Die Lage von k_1 ist nach dem Reflexionsgesetz dadurch fixirt, dass der grösste Kreis mk_1 den Kreis $i\alpha$ in q_1 so schneidet, dass $(mk_1) = (k_1 q_1)$ ist. In analoger Weise ist die Lage von k_2 dadurch bestimmt, dass der grösste Kreis mk_2 den Kreis $i\beta$ in q_2 so schneidet, dass $(mk_2) = (q_2 k_2)$ ist. Bedeuten h_1, h_2 die Projectionen von k_1, k_2 auf die Ebene im, so wird durch die Theilkreisdrehung V, welche die Normale k_1 nach k_2 bewegt, gleichzeitig h_1 nach h_2 geführt; also ist $(h_1 h_2) = V$. Ferner ist offenbar $(k_1 h_1) = (k_2 h_2) = \eta$. Der Verf. hat an der Hand der Figur 6 durch eine längere Rechnung die Abhängigkeit zwischen V und η aufgesucht. In dem besonderen Falle, wo der Winkel zwischen Collimator und Beobachtungsfernrohr $(im) = 90^0$ ist, ergiebt sich, dass angenähert:

$$\sin\eta = \sqrt{\tfrac{1}{2}} \cdot \sin V$$

ist. Für einen kleinen Winkel η erhält man also: $\eta = 0{,}707 \cdot V$.

Es ist jetzt die Stelle in der justirten Zone zu bestimmen, über welcher die Fläche K senkrecht liegt. Die Normale einer in jener Zone senkrecht unter K liegenden Fläche H würde in oh (Fig. 6) liegen, sobald das von K gespiegelte Bild des Signalcentrums i den Verticalfaden des Beobachtungsfernrohres schneidet. Dann reflectirt H einen innerhalb des Bogens im liegenden Punkt s nach m. Der Theilkreis muss also noch um $(hf) = \Theta$ gedreht werden, damit das von H gespiegelte Bild des Signalcentrums in m erscheint. Es ist:

$$\tan\Theta = \tan^2\frac{V}{2}\,.$$

Bezeichnet man mit ε die Differenz der Theilkreispositionen, in denen der Reflex r von K und der Reflex einer jener Zone angehörenden bekannten Fläche U den Verticalfaden schneiden, so ist $(uf) = \varepsilon \mp \Theta$, worin u die Normale von U bedeutet. Das obere (resp. untere) Zeichen ist zu wählen, wenn nach der Einstellung auf den Reflex von K der Reflex von U bei weiterer Drehung des Theilkreises vom Signal weg (resp. nach dem Signal zu) auftritt. In Figur 6 ist der erste Fall angenommen.

Ist ok_0 die Lage der Normale von K für den Moment, wo der Reflex der Signalcentrums von H nach m geworfen wird, so ist in dem bei f rechtwinkligen sphärischen Dreieck fuk_0: $(fk_0) = (kh) = \eta$ und $(fu) = \varepsilon - \Theta$, also:

$$\tan(fuk_0) = \frac{\tan\eta}{\sin(\varepsilon - \Theta)}$$

$$\cos(uk_0) = \cos\eta\cos(\varepsilon - \Theta).$$

Durch die beiden Winkel (fuk_0) und (uk_0) ist aber die Lage der Fläche K vollkommen bestimmt.

Ref.: Th. Liebisch.

9. C. Dölter (in Graz): **Analysen von Mineralien der Capverden** (zur Kenntniss der vulkanischen Gesteine und Mineralien der Capverdischen Inseln. Graz 1882, 94 SS.).

A. Feldspäthe.

	1a! *)	2.	3a.	5a.!	8a.
SiO_2	67,82	50,41	56,36	62,42	48,88
Al_2O_3	16,99	29,00	27,01	18,99	28,92
Fe_2O_3	1,03	—	0,17	Spur	1,52
CaO	0,19	13,41	8,57	1,52	11,29
MgO	—	—	Spur	Spur	1,01
K_2O	7,89 }	6,57 **)	0,67	8,16	0,61
Na_2O	4,11 }		8,11	8,66	6,79
H_2O	1,75	0,61	—	—	—
	99,78	100,00	100,89	99,75	99,02

B. Augite.

	1b.	2b.	4a.!	4b.	5b.
SiO_2	41,08	47,99	38,22	41,76	43,99
Al_2O_3	9,11	13,30	13,08	17,81	14,01
Fe_2O_3	17,18	11,32	9,29	2,01	2.09
FeO	15,99	10,39	9.14	7,47	8,84
Mn_2O_3	Spur	—	—	—	MnO 0,30
CaO	6,09	5,14	14,80	19,47	19.42
MgO	2.29	6,16	11,73	8,01	10.88
Na_2O	8.70	6.60	4.32	3.72	1.09
	100,44	100,90	100,58	100,25	100,62

	5c.	7.	8b.	9.!	11a.
SiO_2	38,15	37,20	42,15	45,14	40,81
Al_2O_3	25,96	16,93	21,51	8.15	14,24
Fe_2O_3	11,08	15,07	3,79	5,25	7,89
FeO	6,17	3,55	9.43	5,20	5,95
Mn_2O_3	4,97	—	—	—	—
CaO	4,53	14,81	12,28	19,57	16.01
MgO	1,99	6,89	7,55	14,76	14,35
Na_2O	7,91	5.06	2.98	1.46	0.61
	100,76	99,51	99,69	99,53	99,86

	12a.	13.	14.	15a.
SiO_2	46,94	45,79	44,11	36,79
Al_2O_3	5.67	7.89	9.66	16.97
Fe_2O_3	6,18	3,51	4,95	15,37
FeO	5,43	4.81	5,43	2,23
Mn_2O_3	—	—	—	—
CaO	17.83	21,60	21.92	18,90
MgO	14.18	14,81	14,06	8.99
Na_2O	1,83	1,55	Spur	0.60
	98,06	99,96	100,13	99,85
				TiO_2 Spur

*) Die mit ! versehenen Analysen sind von Herrn F. Kertscher, die übrigen vom Verfasser.

**) Aus der Differenz.

C. Hauyne.

	4c.	10.	13b.
SiO_2	35,99	34,95	31,99
Al_2O_3	29,41	29,41	28,93
Fe_2O_3	0,31	1,38	0,45
FeO	—	—	—
CaO	0,21	4,40	9,88
MgO	—	—	—
K_2O	—	0,33	—
Na_2O	20,91	19,01	15,53
SO_3	10,58	8,11	12,04
Cl	0,57	0,86	—
Glühverlust	1,63	H_2O 1,83	1,59
	99,61	100,28	100,41

D. Hornblende.

	6.
SiO_2	39,96
Al_2O_3	16,91
Fe_2O_3	3,42
FeO	8,86
CaO	15,94
MgO	6,03
Na_2O	9,01
	100,13

E. Olivine.

	11b!.	12b.!
SiO_2	29,37	39,33
Al_2O_3	—	1,24
FeO	20,79	15,63
MgO	26,56	43,88
CO_2	20,52	—
H_2O	2,68	—
	99,92	100,08

1a, 1b. Feldspath und Augit aus Foyait, S. Vincente.

Der Augit ist dunkelgrau, schwach pleochroitisch und schmilzt in der Rothgluthhitze sehr leicht zu einem dunkelgrünen magnetischen Glase.

2. Plagioklas aus Diabas, S. Vincente.

Das spec. Gewicht bewegt sich um 2,7. Der grösste Theil der Feldspathkörner löst sich in Salzsäure, diejenigen, welche sich nicht lösten, dürften Orthoklas sein. Derselbe wird zur Andesit-Anorthit-Reihe gestellt.

3a, 3b. Plagioklas und Augit aus Diorit, S. Vincente.

Der Feldspath zeigt ausgezeichnete polysynthetische Zwillingsbildung, deren Auslöschungsschiefe in der Zone P/M 0—35° beträgt. Weder Schmelzversuche noch approximative spec. Gewichtsbestimmung stimmen mit Labrador, es scheinen vielmehr verschiedene Feldspäthe vorzuliegen.

Der Augit, dem Akmit ähnlich, ist pleochroitisch (nelkenbraun, rosa, lichtgrün), er schmilzt in lichter Rothgluth an den Kanten, bei beginnender Weissgluth vollkommen zu einem magnetischen Glase.

4ª, 4ᵇ, 4ᶜ. Augit und Nosean aus Leucitit.

Der tiefblaue Nosean (4ᶜ.) findet sich in Körnern und Krystallen 110 (∞O) und 111 (O) bis 5 mm gross.

Der Augit findet sich in grösseren Krystallen als Einsprengling, seine Zusammensetzung zeigt 4ª. Er hat die Combination 010.110.100 ($\infty \mathcal{R}\infty . \infty P . \infty \bar{P}\infty$). Dann tritt er auf in Form kleinerer Kryställchen, welche eine von den grösseren abweichende chemische Zusammensetzung aufweisen (4ᵇ.). Sie besitzen keinen oder kaum merklichen Pleochroismus. Polysynthetische Zwillinge aus 3—4 Lamellen sind häufig, sie haben die Combination: 110.100.010.$\bar{1}$01.001 ($\infty P . \infty \bar{P}\infty . \infty \mathcal{R}\infty . \bar{P}\infty . 0P$). Er schmilzt bei beginnender Weissgluth zu nichtmagnetischem Glase.

5ª, 5ᵇ, 5ᶜ. Feldspath und Augit aus Augit-Phonolith, Praya.

Die grossen Augiteinsprenglinge (5ᵇ) sind grasgrün und haben schwachen Pleochroismus, sie schmelzen in der Weissgluth zu einem nicht magnetischen braunen Glase. Die mikroskopischen, nicht pleochroitischen Augite haben die Zusammensetzung 5ᶜ.

Der Feldspath (5ª) zeigt auf der Basis eine Auslöschungsrichtung, die mit der Kante P/M einen Winkel von fast 0° bildet. Die Krystalle sind theils einfach, theils Zwillinge nach dem Karlsbader Gesetz.

6. Hornblende aus Hornblende-Phonolith, Monte Batalha, Insel Maya.

Die Hornblende schmilzt schon in lichter Weissgluth zu grünlichem Glas.

7. Augit aus phonolithähnlichem Tephrit, Antâo. Seine Auslöschungsschiefe schwankt von 0—40°.

8ª, 8ᵇ. Plagioklas und Augit aus dichtem Feldspathbasalt, Picosthal.

Die Augite sind röthlich und nicht pleochroitisch, der Plagioklas erscheint in Leisten und polysynthetischen Zwillingskrystallen mit einer Auslöschungsschiefe von 0—37°. Es dürfte ein Feldspath der Anorthitreihe vorliegen.

9. Augit aus Dolerit, S. Vincente, schmilzt in der Weissgluth.

10. Brauner Hauyn aus Hauyn-Nephelinit von Cavao.

11ª, 11ᵇ. Augit und Olivin aus porphyrartigem Nephelinbasalt, R. Patas.

Der schwarze Augit ist stets frisch, nicht pleochroitisch und erst in der Weissgluth zu einem braunen Glase schmelzbar.

Olivin findet sich in graugelben Krystallen der Combination: 100.010.110.001.101 ($\infty \bar{P}\infty . \infty \breve{P}\infty . \infty P . 0P . \bar{P}\infty$); er ist vielfach erfüllt mit Zersetzungsproducten, Gemenge eines Magnesium- und Eisencarbonat.

12ª, 12ᵇ. Augit und Olivin aus einem Gestein (Limburgit?) von der Pedra Molas, S. Antào.

Der Augit ist nicht pleochroitisch, seine Auslöschungsschiefe beträgt ca. 39° und seine Schmelzbarkeit ist eine sehr hohe.

13, 14. Lose Augit-Krystalle von Aguas das Caldeiras und vom Garzathale. Sie besitzen keinen oder kaum merklichen Pleochroismus, ihre Auslöschungsschiefe beträgt 37—39°.

15ª, 15ᵇ. Augit und Hauyn aus einem wesentlich aus Augit, Hauyn, Titanit und Magnetit bestehenden Gestein vom Pico da Cruz.

Dunreicherit, ein neues Mineral der Alaungruppe.

Das Mineral findet sich krustenförmig auf Klüften der Lava im Paulethal, in

der R. das Patas, S. Antão. Es hat nach F. Kertscher folgende Zusammensetzung:

SO_3	36,65
Al_2O_3	7,14
MgO	11,61
H_2O	45,01
	100,41

enthält ausserdem Spuren von Chlor und Natron, ist in Wasser löslich, adstringirend und schmilzt im Krystallwasser. Die Krusten bestehen unter dem Mikroskop aus stengelig aggregirten Leisten, deren Auslöschungsschiefe mit ihrer Längsrichtung nur einen kleinen Winkel bildet. Die optische Untersuchung der künstlichen Krystalle spricht für Annahme des mono- oder asymmetrischen Systems, der Habitus derselben ist monosymmetrisch. Die Formel des Minerals ist: $4MgO.SO_3 + Al_2O_3(3SO_3) + 36H_2O$. Benannt wurde es nach Herrn Al. von Dumreicher in Lissabon.

Ref.: K. Oebbeke.

10. A. Renard (in Brüssel): **Analysen von Granat, Bastonit und Ottrelith** (»Les Roches grenatifères et amphiboliques de la région de Bastogne«. — Bulletin du Musée roy. d'hist. nat. de Belgique 1, 1882, 1—47, Pl. I, II et III). In der unteren Etage des »Terrain coblentzien« der »Etage inférieur-taunusien« (Dumont) finden sich bei Bastogne fossilhaltige metamorphe Gesteine, in denen neben Versteinerungen sich Granat, Amphibol und andere Silicate finden.

Aus einem dunklen, mit vieler kobliger Substanz erfüllten, compacten Gestein, welches jede Schichtung verloren hat, dem »Quartzite grenatifère« Dumont's, konnten die Granaten isolirt und einer chemischen Untersuchung unterworfen werden. Das Gestein stammt aus der Nähe des Weilers Ourt, in der Nähe des Weges von Recogne nach Remagne.

Der gelblichbräunliche Granat findet sich in dem Gestein in kleinen körnigen Massen oder in mehr oder weniger deutlichen Krystallen (Dodekaëder), welche kaum die Grösse von 1 bis 2 mm überschreiten. Das compacte Gestein ist oft mit blätterigen Fragmenten verbunden und auf der Berührungsfläche beider Gesteine sind vorzugsweise die Granaten entwickelt.

Sie schmelzen vor dem Löthrohr zu einer schwarzen, glasigen, magnetischen Kugel, werden von concentrirter Salz- oder Salpetersäure schwach angegriffen, geben mit kohlensaurem Natron die Reaction auf Mangan, mit Borax oder Phosphorsalz jene auf Eisen.

Spec. Gewicht = 3,976.

Die Analyse von Klement lieferte folgende Werthe:

		Berechnet für $Si_3Al_2FeMnCaO_{12}$:	Gefunden und auf 100 ber.:
SiO_2	37,58	37,36	37,09
Al_2O_3	20,45	21,33	22,21
Fe_2O_3	3,21	—	—
FeO	15,53	14,95	15,33
MnO	14,72	14,74	14,53
CaO	10,03	11,62	10,84
MgO	0,68	—	—
	102,20	100,00	100,00

Die Berechnung der Analyse führt auf die Granatformel, und die Atomverhältnisszahlen von $FeO : MnO : (CaO + MgO)$ stehen im Verhältniss wie 1 : 1 : 1. Es ist daher dieser Granat anzusehen als ein Thonerdegranat mit Eisenoxydul, Mangan und Kalk.

Bei Berechnung der Analyse auf die Granatformel wurde das Eisenoxyd mit der Thonerde, die Magnesia mit dem Kalk vereinigt und auf 100 berechnet.

Unter dem Mikroskop erscheint der Granat fast ausnahmslos in scharf ausgebildeten Dodekaëdern, umgeben von kohliger Substanz (Graphit), welche mit Vorliebe um die Granatkrystalle concentrirt zu sein scheint. Die Farbe der Krystalle ist schwach violett oder gelblich, die Oberfläche chagrinirt; sie sind vollkommen isotrop.

In einem jeden Krystall sind Einschlüsse zu beobachten, welche im Allgemeinen nach den krystallographischen Axen geordnet sind und in dieser Anordnung in gewisser Weise an die beim Staurolith, Chiastolith und Andalusit bekannten Erscheinungen erinnern. Die Einschlüsse sind grösstentheils farblos, durchsichtig und doppelbrechend. Zum Theil dürften sie unregelmässige Quarzkörner, zum Theil, und dieses ist der häufigere Fall, dürften sie weisser Glimmer sein. Für letztere Ansicht spricht ihre mehr oder weniger prismatische Form, Neigung zu lamellarer Anordnung und die Spaltbarkeit nach der Basis.

In dem »Quartzite et Eurite actinotifère et hornblendifère« (Dumont) zeigt der Granat selten die eben erwähnte Regelmässigkeit; die äusseren Umrisse sind mit tiefen Ausschnitten versehen und fast die Hälfte der Masse wird aus Quarzeinschlüssen gebildet. Die gesetzmässigen Einlagerungen fehlen.

Im »Phyllade grenatifère« (Dumont) sind die Einschlüsse im Granat mehr nach der Mitte hin concentrirt. Blätteriger Graphit ist dem Granat eingelagert. Die Granaten (bis 3 mm) sind sehr regelmässig entwickelt. Auf allen Schliffflächen bemerkt man stets geradlinig verlaufende Fugen, diese sind unter sich parallel nicht nur im selben, sondern in allen Krystallen des Schliffes. Diese Fugen sind auf mechanische Einflüsse zurückzuführen

Ein Mineral der Amphibol-Gruppe erscheint in faserigen, leuchtenden Büscheln von ausserordentlicher Feinheit und bedeckt mit kohliger Substanz, in Form kleiner schwarzer, glänzender Krystalle von ungefähr 1 mm, oder in Form undeutlicher Prismen von 5—6 mm auf 3 mm. Das Mineral zeigt immer eine Neigung zu lamellarer Anordnung sowohl makroskopisch wie mikroskopisch.

Unter dem Mikroskop zeigen die Lamellen eine geringe Dicke. Die Verlängerung ist in der Richtung der Symmetrieaxe. Die Krystalle bilden Sechsecke mit sehr spitzen Zuschärfungen, $\infty \bar{P} \infty (100)$ ist sehr entwickelt, weniger die Flächen des Prisma, und $\infty \breve{P} \infty (010)$ fehlt. Ein Krystall besteht oft aus einer Menge kleiner Krystalle, welche mit den unter sich parallelen Flächen zusammengewachsen sind. Sie bilden dann scheinbar einen Krystall und die Zusammensetzungsflächen können leicht mit den Spaltungsrichtungen (56°) verwechselt werden. Die Auslöschungsschiefe auf $\infty \breve{P} \infty (010)$ überschreitet nicht 15°. Die blassgrünlichen Lamellen sind schwach pleochroitisch.

$$\gamma \quad > \quad \beta \quad > \quad \alpha$$

grün-bläulich, grün-gelblich, gelb-grünlich.

Quarzeinschlüsse, umgeben von Graphit, sind sehr verbreitet.

Bastonit aus einem Quarzgang eines Steinbruches in der Nähe des Bahnhofes von Libramont.

Optisch verhält er sich wie ein zersetzter Phlogopit.

$\varrho < v$. Der Winkel der optischen Axen in Luft: $10^0\ 45'$—$12^0\ 54'$. Bissectrix negativ. Der Phlogopit von Burgess (Canada), der Jefferisit von West-Chester (Pennsylvanien) dürften ihm optisch am nächsten stehen.

Im Glasrohr erhitzt giebt er Wasser, vor dem Löthrohr bläht er sich auf wie Vermiculit und schmilzt zu einer glasigen magnetischen Kugel. Von concentrirter Salz- und Schwefelsäure wird er unter Ausscheidung gelatinöser Kieselsäure zersetzt. Mit kohlensaurem Natron erhält man eine schwache Reaction auf Mangan. Borax und Phosphorsalz geben die Reaction auf Eisen.

Vom Ottrelith unterscheidet er sich durch seine geringere Härte, auch ist der Ottrelith schwerer in einer Richtung senkrecht zur Axe spaltbar, seine Lamellen sind weniger elastisch und sind Farbe und optische Eigenschaften verschieden von denen des Bastonit.

Spec. Gewicht = 2,928.

Die Analyse von Klement zeigt folgende Zusammensetzung:

		Atomverh.
SiO_2	36,91	615
Al_2O_3	20,04	195
Fe_2O_3	20,01	125
FeO	3,73	52
MnO	Spur	—
CaO	0,95	17
MgO	7,96	199
K_2O	3,07	33
Na_2O	0,22	3
H_2O	6,98	388
	99,87	

Wird die bei 110^0 getrocknete Substanz bis auf 300^0 erhitzt, so ist der Gewichtsverlust innerhalb 10 Stunden 1,61 %, von da ab bleibt das Gewicht constant; wird bis zur Weissgluth erhitzt, so beträgt der Verlust noch 5,33 %. Hiernach wird das Wasser als im Mineral chemisch gebunden betrachtet.

Es verhalten sich die Atomverhältnisszahlen:

$$SiO_2 : R_2O_3 : RO : R_2O) : H_2O = 615 : 320 : 268 : 36 : 388$$
$$SiO_2 : R_2O_3 : (RO + R_2O) : H_2O = 615 : 320 : 304 : \quad : 388$$
$$= 6 : 3 : 3 \quad : 3$$

Abgesehen von dem etwas hohen Wassergehalt, welcher wohl wenigem beigemengten zersetzten Material zuzuschreiben ist, dürfte die Analyse auf folgende Formel führen:

$$Si_2\overset{III}{R_2}(\overset{II}{R}, \overset{I}{R_2})H_2O_9\ (\overset{III}{R} = Al,\ Fe;\ \overset{II}{R} = Fe,\ Ca,\ Mg;\ R = K,\ Na).$$

Wird die Analyse nach dieser Formel auf 100 umgerechnet und das Eisenoxyd mit der Thonerde, Eisenoxydul, Kalk, Kali und Natron mit Magnesia vereinigt, so ergeben sich folgende Zahlen:

	Gefunden:	Berechnet für $Si_2Al_2MgH_2O_9$:
SiO_2	41,47	42,73
Al_2O_3	37,02	36,61
MgO	13,67	14,25
H_2O	7,84	6,41
	100,00	100,00

Analysen des Ottrelith von Serpont (I), von Lierneux (II) und von Ottrez (III). Alle geben im Kolben Wasser, sind ziemlich schwer zu einer schwarzen, glasigen und magnetischen Kugel schmelzbar, werden von concentrirter Salz- oder Salpetersäure unter Ausscheidung gelatinöser Kieselsäure zersetzt, geben mit kohlensaurem Natron die Reaction auf Mangan, mit Borax und Phosphorsalz die Reaction auf Eisen.

Spec. Gewicht = 3,266 3,266.

	I. (Klement):	II. (Renard):	III. (Klement):
SiO_2	41,65	40,55	42,48
Al_2O_3	29,47	30,80	29,29
Fe_2O_3	4,02	3,82	3,30
FeO	17,87	12,46	12,11
MnO	0,93	6,51	6,10
CaO	—	1,29	Spur
MgO	1,57	0,45	2,05
H_2O	5,84	?	5,07
	101,35	95,88	100,40

Unter Berücksichtigung, dass das Mineral stets Quarzäderchen einschliesst, ergiebt sich das Verhältniss von

$$SiO_2 : R_2O_3 : RO : H_2O = 6 : 3 : 3 : 3$$
$$= 2 : 1 : 1 : 1$$

und daraus die Formel

$$2SiO_2, \overset{III}{R}_2O_3, \overset{II}{R}O, H_2O$$

abgeleitet, in welcher

$$\overset{III}{R} = Fe, Al; \ \overset{II}{R} = Fe, Mn, Ca, Mg \text{ ist.}$$

Bezüglich der optischen Eigenschaften des Ottrelith vergl. diese Zeitschrift 6, 320.

Ref.: K. Oebbeke.

11. P. Gisevius (in Bonn): **Beiträge zur Methode der Bestimmung des specifischen Gewichts von Mineralien und der mechanischen Trennung von Mineralgemengen** (Inaug.-Dissert. Bonn 1883 und Landw. Versuchs-Stationen Bd. XXVIII). Nach einer historischen Einleitung, die Methoden zur mechanischen Scheidung von Mineralien betreffend, bespricht Verf. einige zur spec. Gewichtsbestimmung benutzte Instrumente und erläutert deren eventuelle Anwendbarkeit zur Bestimmung der später zu erwähnenden Indicatoren. Er kommt dabei zu dem Schluss, dass die Jolly'sche Federwage bei kleinen Mengen bereits in der ersten Decimale schwankende Werthe giebt, dass das Pyknometer unter Aufwand unverhältnissmässiger Mühe unter denselben Bedingungen auch nicht ganz bis zur ersten Stelle genau arbeitet, und dass die hydrostatische Wage nur zu approximativen Bestimmungen zu verwerthen ist.

Verf. prüft sodann Brügelmann's Vorschlag, das absolute Gewicht mittelst analytischer Wage, das Volumen durch einen calibrirten Maasscylinder zu bestimmen, in welchem die Volumvermehrung darin befindlicher Flüssigkeit durch das hineingeworfene Bestimmungsobject an einer Scala abgelesen wird. Verbesserungen des an und für sich nicht genügenden Maasscylinders führten zur Construction

eines Multiplicator-Volumenometers. Seitlich eines kleinen Cylinders befindet sich eine circa 600 mm lange, 0,5 mm im Durchmesser haltende calibrirte Röhre, welche die Volumvermehrung aufnehmen und auf eine grössere Anzahl von Theilstrichen zur Erscheinung bringen soll. Ein im ersteren auf und nieder beweglicher Gummistopfen, mit einer Schraube durch ein Kugelgelenk verbunden, erlaubt es, in dem Cylinder selbst nach Einbringen des Objects die Flüssigkeit auf das frühere Niveau herunterzupressen. Als Marke für die Einstellung des Meniscus vor und nach dem Einbringen des Objects dient das Fadenkreuz eines Kathetometers, durch welches man übrigens nicht den Meniscus in dem Cylinder selbst, sondern den schärfer gekrümmten in einer oben mit der eingeschlossenen Luft, unten mit der Flüssigkeit communicirenden Zweigröhre beobachtet. Als Flüssigkeit dient Alkohol. Der Apparat lässt Bestimmungen mit Genauigkeit bis zu der ersten, unter Umständen bis zur zweiten Decimale zu.

Nach dieser Methode wurden die spec. Gewichte einer Anzahl Quarzsplitter, von ein und demselben Quarzstück, durch je zwei Volumenmessungen (I und II) bestimmt und folgende Werthe erhalten:

Quarz-Splitter	Absolutes Gewicht	Volumen mittelst Volumenometers bestimmt		Differenz	Hieraus berechnetes spec. Gewicht		Differenz
		I.	II.				
	mg	cbmm	cbmm	cbmm	I.	II.	
a	68,0	26,7	26,4	0,3	2,54	2,57	0,03
b	64,5	24,5	24,8	0,3	2,63	2,60	0,03
c	56,4	22,0	22,0	0,0	2,56	2,56	0,00
d	49,3	20,0	19,5	0,5	2,46	2,53	0,07
e	10,1	4,3	3,7	0,6	2,36	2,76	0,40
f	286,8	108,9	108,9	0,0	2,63	2,63	0,00
g	265,6	102,3	102,6	0,3	2,60	2,59	0,01
h	251,4	98,1	97,6	0,5	2,56	2,58	0,02
i	211,2	82,1	82,2	0,1	2,57	2,57	0,00
k	180,6	70,6	70,2	0,4	2,56	2,57	0,01
l	145,9	56,4	56,0	0,4	2,59	2,61	0,02
m	140,7	55,5	54,9	0,6	2,54	2,56	0,02
n	113,7	43,6	43,2	0,4	2,61	2,63	0,02
o	106,3	41,0	40,8	0,2	2,59	2,61	0,02
p	95,1	36,7	36,7	0,0	2,59	2,59	0,00

Die Differenzen in der Angabe des spec. Gewichtes der Quarzsplitter behauptet der Verf. auch später durch die Anwendung der Klein'schen Lösung bestätigt zu haben, und glaubt daher die Annahme aufstellen zu können, »dass das spec. Gewicht eines Individuums nur der Mittelwerth der spec. Gewichtswerthe seiner Theile sei, dass die letzteren aber unter sich relativ starke Differenzen zeigen. Verunreinigungen und Einlagerungen genügen zur Erklärung dieser Thatsache«.

Für verschiedene spec. Gewichtswerthe berechnet der Verf. die zu einer Genauigkeit bis zu der zweiten Decimale nothwendige Menge auf

φ gleich	x mindestens gleich
1,0	60 cbmm
1,5	90 -
2,0	120 -
2,5	150 -
3,0	180 -
3,3	200 -

Der Verf. wendet sich sodann zur Untersuchung der Bestimmung des spec. Gewichts mittelst der Klein'schen Lösung (bezüglich der Darstellung etc. vergl. diese Zeitschr. **6**, 306). Er hebt hervor, dass die Lösung nicht giftig sei und die Haut nicht corrodire, von dem Feuchtigkeitsgehalt der Luft nicht wesentlich beeinflusst werde, dass aber metallisches Eisen und demnach wahrscheinlich auch mehr oder weniger alle Metalle der Eisengruppe in reinem Zustande das Kadmium aus der borwolframsauren Verbindung verdrängen, und dass die Lösung in Schichten sich derart anordnet, dass jede tiefere ein specifisch höheres Gewicht besitzt.

An grossen Krystallen des borwolframsauren Cadmiumsalzes wurden mit Hülfe des Anlegegoniometers folgende Werthe bestimmt:

$$
\begin{array}{lll}
111 : 11\bar{1} = P : P & = 67^0\ 0' & \text{(Randkante)} \\
111 : 1\bar{1}1 = P : P & = 72\ 11 & \text{(Polkante)} \\
111 : 001 = P : 0P & = 56\ 56 & \\
111 : 100 = P : \infty P \infty & = 53\ 54 &
\end{array}
$$

Aus $111 : 11\bar{1}$ ($P : P$) $= 67^0$ wurde das Axenverhältniss $a : c = 1 : 1{,}06832$ berechnet. Die Krystalle zeigen die Combination $111 . 001 . 100$ ($P . 0P . \infty P \infty$) und erscheinen auf den ersten Blick wie die reg. Combination Oktaëder mit Würfel.

Die Krystalle sind also, wie bereits Klein angab, tetragonal.

Als praktischste Methode zum Arbeiten mit der Lösung wurde die von Goldschmidt (vergl. diese Zeitschr. **7**, 306) angegebene befunden. Man kann beliebig kleine Mengen anwenden — mit dem spec. Gewicht von 1 bis 3,295 — und die Genauigkeit bis zur dritten Decimale erhalten. Das spec. Gewicht der Lösung, in welcher das Object schwebt, wird mit dem Pyknometer bestimmt.

Der zweite Theil der Arbeit befasst sich mit der mechanischen Trennung von Mineralgemengen nach dem spec. Gewicht mit Hülfe der Klein'schen Lösung. Der Verf. beschreibt einen Apparat, welcher die Trennung ermöglicht, und kommt zu dem Schluss, »dass für die mechanische Scheidung nach dem spec. Gewicht die borwolframsaure Cadmiumlösung völlig geeignet und der früher verwendeten Kaliumquecksilberjodidlösung vorzuziehen ist. Indicatoren und ein die Scheidung ausführender Apparat sind unentbehrliche Hülfsmittel«.

Ref.: K. Oebbeke.

12. **C. Rohrbach** (in Leipzig): **Ueber eine neue Flüssigkeit von hohem spec. Gewicht, hohem Brechungsexponenten und grosser Dispersion** (Ann. der Phys. und Chem. Neue Folge **20**, 169—174). Die vom Verf. zur Trennung von Mineralien etc. vorgeschlagene Flüssigkeit ist eine Lösung von Bariumquecksilberjodid. Die Darstellung des Salzes geschieht auf folgende Weise: 100 Theile Jodbarium und circa 130 Theile Jodquecksilber werden rasch abgewogen und in einem trockenen Kochfläschchen gut durcheinander geschüttelt; nach Zusatz von circa 20 ccm destillirten Wassers bringt man das Ganze in ein auf circa 150—200° erhitztes Oelbad. Die Auflösung des Materials und Bildung des Doppelsalzes muss durch fleissiges Umrühren befördert werden. Nach vollständiger Lösung wird auf dem Wasserbade eingedampft, bis ein eingelegter Epidotkrystall vom Sulzbachthal schwimmt. Beim Erkalten scheidet sich etwas gelbes Doppelsalz aus, trotzdem aber nimmt das Gewicht der Lösung in Folge der Concentration derart zu, dass auf der kalten Lösung Topas schwimmt. Von dem gelben Doppel-

salz trennt man die Lösung am besten durch Decantiren oder durch Filtriren durch Glaswolle.

Das spec. Gewicht der Lösung ist 3,575—3,588; sie ist eine vollkommen klare, sehr stark lichtbrechende gelbe Flüssigkeit, welche sich beim Erhitzen beträchtlich dunkler färbt, sie siedet bei circa 145° und giebt mit Wasserdämpfen rothes Quecksilberjodid ab. Ihr Ausdehnungscoefficient ist ziemlich gross.

Die Brechungsexponenten für verschiedene Fraunhofer'sche Linien wurden bei einer Temperatur von circa 23° aus den Minimalablenkungen bestimmt, und zwar einmal (a) in einem Steinheil'schen Hohlprisma vom brechenden Winkel 60°, ein zweites Mal (b) an einem anderen Tage in einem solchen von 10° (H_{α}, Na, H_{β}):

		C	D	E	F	$n_F - n_C$	$\frac{n_F - n_C}{n_C}$
Bariumquecksilber-	a.	1,7755	1,7932	1,8265	—	—	—
jodid $G = 3,564$	b.	1,7752	1,7928	—	1,8488	0,0736	0,0409

Die Stärke der Dispersion zeigt sich namentlich in der scharfen Trennung beider D-Linien:

$$n_{D_1} = 1,7931, \quad n_{D_2} = 1,7933.$$

Die Differenz beider Ablesungswinkel beträgt bei einem Prisma von 60° fast 2'.

Der hohe Brechungsexponent dürfte diese Lösung zur Bestimmung von Brechungsexponenten mittelst Totalreflexion besonders geeignet erscheinen lassen.

Weder freie Kohlensäure, noch Spaltungsstücke von Calcit, noch Kreidepulver bewirkten eine Veränderung der Lösung. An der Luft zieht die concentrirte Lösung ziemlich begierig Wasser an, sie muss daher in gut verschlossenen Gefässen aufbewahrt werden.

Bei Zusatz von Wasser scheiden sich Krystalle von rothem Quecksilberjodid aus, die kalt nicht wieder gelöst werden; zum Verdünnen der Lösung kann daher nur verdünnte Lösung benutzt werden, welch letztere dadurch hergestellt wird, dass man in die fast bis zum Sieden erhitzte Lösung tropfenweise Wasser zufügt, oder besser indem man in einem Glase über die concentrirte Lösung vorsichtig eine Schicht Wasser bringt, worauf in einigen Stunden die Vermischung durch Diffusion ohne Ausscheidung vor sich geht.

Das Mineralpulver darf nur vollkommen trocken angewendet werden.

Ref.: K. Oebbeke.

13. O. Mügge (in Heidelberg): **Feldspath aus dem Rhombenphorphyr von Christiania** (Neues Jahrbuch für Min., Geol. u. s. w. 1881, 2, 107—120). Die vom Verf. untersuchten Feldspathkrystalle aus verschiedenen Rhombenporphyren der Umgegend von Christiania, von Tyveholmen, Vettakollen (L. v. Buch's Original-Rhombenporphyr), Tonsenås, Rüs, Holmestrand, Vasvig bei Laurvig und Lille-Frogner erwiesen sich als Oligoklas.

Der Habitus ist vorwiegend der von G. Rose (Zeitschrift der deutschen geolog. Ges. 1847, 378) beschriebene, und zwar meist die Säulenflächen und $y = 2,\bar{P},\infty(\bar{2}01)$ im Gleichgewicht ausgebildet.

Auf die Wiedergabe der Winkelmessungen darf verzichtet werden, weil dieselben doch zu schwankend sind, um aus ihnen allein den Feldspath als Oligoklas erkennen zu können.

Bei makroskopischer Zwillingsbildung ist meistens $\infty\bar{P}\infty(100)$ Zwillings-

und Verwachsungsfläche. Eine polysynthetische Zwillingsbildung nach $\infty \breve{P} \infty$ (010) war nur in einem Falle als feine Zwillingsstreifung auf $P = 0P$(001) zu erkennen.

Zur mikroskopisch-optischen Untersuchung wurden Schliffe hauptsächlich nach drei Richtungen angefertigt, parallel P(001), parallel M(010) und parallel einer zu beiden senkrechten Richtung. Die Schliffe nach P zeigten eine Auslöschung sehr nahe parallel der Kante $P : M$, indem die Schiefe nicht 1—2° übersteigt, und keine Zwillingslamellen. Auch die Schliffe parallel M zeigten kaum grössere Schwankungen der Auslöschungsrichtung zur Kante $M : P$, die Schiefe meist 0° und nicht über 3°, und keine Zwillingslamellen. Dagegen werden in allen Schliffen der dritten Art Zwillingslamellen, meist sehr fein, sichtbar; ihre Auslöschungsrichtungen bilden im Durchschnitt 28—29° mit einander, obwohl grössere Schwankungen vorkommen. Auch bei einigen anders orientirten Schliffen wurden die Auslöschungsschiefen denen am Oligoklas entsprechend gefunden. Eine Messung des optischen Axenwinkels war nicht ausführbar.

Analysirt wurde (I.) sorgfältig gereinigte Substanz des Feldspaths von Tyveholmen, durch Herrn W. Fischer. Die Bestimmungen (II.—V.) des Verfassers selbst wurden ausgeführt an ungereinigtem (II. spec. Gewicht = 2,710) und an einmal gereinigtem (III. spec. Gewicht = 2,672) Feldspath von Tyveholmen, an dunkelgrau-grünem Feldspath von Rüs (IV. spec. Gewicht = 2,689), und an hellgrauem Feldspath von Vasvig bei Laurvig (V. spec. Gewicht = 2,622). Unter I^a.—V^a. sind die Analysen unter Ausscheidung des Gehalts an Fe_2O_3, MgO und H_2O berechnet.

	I.	II.	III.	IV.	V.
SiO_2	59,50	53,55	54,88	55,39	58.05
Al_2O_3	22,69	22,19	20,26	21,68	21,03
Fe_2O_3	2,47	7,10	5,83	8,01	2,36
CaO	5,05	5,61	6.42	5,01	3,96
MgO	0,42	0,65	1,06	0,09	0,31
K_2O	2,50	—	—	—	—
Na_2O	6,38	—	—	—	—
H_2O	1,37	1,16	1,37	0,69	0,79

	I^a.	II^a.	III^a.	IV^a.	V^a.
SiO_2	61,90	58,33	59,40	60,26	60,06
Al_2O_3	23,59	24,17	21,94	23,59	21,75
CaO	5,26	6,11	6,95	5,45	4,10
Na_2O	2,60 }	(11,40)	(11,72)	(10,71)	(14,09)
K_2O	6,64 }				

Am Genauesten führen die Zahlen der ersten Analyse auf Oligoklas; die Abweichungen der übrigen sind aber nicht gross genug, um eine besondere Formel für diese Feldspäthe zu rechtfertigen.

Ref.: C. Hintze.

14. M. Bauer (in Königsberg): **Ueber das Vorkommen von Gleitflächen am Bleiglanz** (Ebenda, 1882, 1, 138—150). Legt man auf eine Gummiplatte ein nicht über 5 mm dickes Spaltungsstückchen von Bleiglanz, und drückt darauf mit einem nicht zu dicken abgerundeten Stahlstift, so erhält man eine Vertiefung genau von der Form des Stiftes. Oft aber nimmt man auch wahr, dass dieser

(kreisförmige) Abdruck des Stiftes tangential umgeben ist von einer vierflächigen Vertiefung, einer Hohlpyramide, die zu den Seiten des Bleiglanzstückchens über Eck gestellt ist. Genau dieser Vertiefung entsprechend hat sich zugleich auf der unteren Seite des Bleiglanzstückchens eine flache pyramidale Erhebung gebildet, bei verschiedenen Versuchen von verschiedener relativer Höhe, also ohne krystallonomische Bedeutung, aber immer auf der Bleiglanz-Würfelfläche gleich orientirt.

Spaltet man das Bleiglanzstückchen in horizontaler Richtung, so überzeugt man sich, dass die Veränderung eine durchgehende ist: stets oben die Vertiefung, unten die Erhöhung.

Gelingt es, das Bleiglanzstückchen vertical durch die Spitzen der eingedrückten und herausgedrückten Pyramide zu spalten, so findet man zwischen oben und unten in der Mitte eine ganz glatte Zone, umgeben zu beiden Seiten von einer schmalen, ziemlich scharf abgegrenzten und horizontal gestreiften Zone, die genau bis zu den Anfängen der oberen und unteren Pyramide geht. Weiterhin hat die neue Bruchfläche ganz normale Beschaffenheit. Ob die Streifung auf den Gleitzonen horizontal oder parallel den Pyramidenkanten geht, konnte nicht entschieden werden; jedenfalls sind die Streifen zuweilen etwas in der Richtung des Druckes umgebogen. Da die gestreiften Gleitzonen senkrecht zu einer Würfelfläche stehen, und über Eck mit zwei anderen Würfelflächen gleiche Winkel bilden, so erhellt, dass die Gleitflächen beim Bleiglanz den Dodekaëderflächen entsprechen.

Setzte man statt des runden Stahlstiftes einen eckigen von quadratischem Querschnitt, nach den Gleitflächen orientirt, auf eine Würfelfläche auf, so müsste man theoretisch statt der Pyramide ein quadratisches Prisma herausschieben können. In Wirklichkeit gelingt das nicht oder nur höchst unvollkommen, da ohne absolut genaues Aufsetzen leichter ein Spalten, als ein Gleiten der Bleiglanzmasse erzielt wird.

Am besten zu den Versuchen geeignet war künstlicher, bei einem Hüttenprocess entstandener Bleiglanz.

Dass ausser den dodekaëdrischen Gleitflächen noch andere Richtungen relativ leichtester Verschiebbarkeit beim Bleiglanz existiren, darauf weisen vielleicht die vielfach beobachteten Zwillingslamellen hin, die wie beim Kalkspath wohl auch durch spätere Druckwirkungen entstanden sind. Thatsächlich finden sich die von Sadebeck zuerst beschriebenen (Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1874, **26**, 631) Lamellen nach dem Pyramidenoktaëder (441) nur an krystallinischen Massen, die rundum eingewachsen wohl vielfach Druck und Pressung zu erleiden hatten. Die vollkommene Spaltbarkeit des Materials vereitelte das Gelingen des experimentellen Beweises, dass auch diese Zwillingsflächen Gleitflächen sind.

Ref.: C. Hintze.

15. Derselbe: Ueber natronhaltige Asbeste (Ebenda, 158—161). Ein blaues, fein- und langfaseriges, biegsames aber nicht elastisches Mineral, vom spec. Gewicht 3,000 und 3,073, mit weissem derben Quarz aus Mexico, ohne genaueren Fundort, hatte äussere Aehnlichkeit mit Krokydolith; doch weicht die Analyse des Herrn Friederici (unter I.) wesentlich von der Dölter'schen des echten Krokydoliths (vergl. diese Zeitschr. **4**, 39) ab.

	I.	II.	III.	IV.	V.
SiO_2	55,48	56,08	941	56,22	56,29
Al_2O_3	2,01	2,03	20	2,05	2,16
Fe_2O_3	12,32	12,45	78	12,43	12,40
CaO	10,35	10,46	187	10,43	10,41
MgO	17,23	17,42	435	17,33	17,45
Na_2O	1,54	1,56	25	1,54	1,29
H_2O	1,47	—	—	—	—
	100,40	100,00		100,00	100,00

Vernachlässigt man den Wassergehalt, als durch Verwitterungsprocess hineingekommen, worauf ein mehliger Beschlag des Minerals hindeutet, so erhält man die Zahlen unter II. Dem daraus abgeleiteten Molekularverhältniss unter III. entsprechen die Procente unter IV. und folgende Deutung:

$$20\,Na_2O.Al_2O_3.4\,SiO_2$$
$$5\,Na_2O.Fe_2O_3.4\,SiO_2$$
$$73\,MgO.Fe_2O_3.4\,SiO_2$$
$$187\,CaO.MgO.2\,SiO_2$$
$$175\,MgO.\quad SiO_2.$$

Stellt man diese Zusammensetzung in anderer Weise dar, z. B.

$$21\,Na_2O.Al_2O_3.4\,SiO_2$$
$$28\,MgO.Fe_2O_3.4\,SiO_2$$
$$50\,CaO.Fe_2O_3.4\,SiO_2$$
$$137\,CaO.3MgO.4\,SiO_2$$

so entspricht das den Zahlen unter V. und einer Amphibolformel in Tschermak's Sinne, und es liegt ein gewöhnlicher Asbest vor.

Der Natrongehalt, bisher an keinem echten Asbest der Amphibol-Gruppe nachgewiesen, wurde dann auch in einem weissen Asbest, vom spec. Gewicht 2,96, von Frankenstein in Schlesien, aufgefunden, welcher sich daneben durch den Mangel an Sesquioxyden auszeichnete. Unter I. findet man die Analyse des Herrn Friederici, unter II. die entsprechenden Zahlen nach Abzug des Wassers und des Unlöslichen, unter III. das Molekularverhältniss, unter IV. die danach berechneten Procente.

	I.	II.	III.	IV.	V.
SiO_2	57,69	57,41	183	56,68	56,35
MnO	0,13 }	2,58	7	2,56	2,24
FeO	2,46 }				
CaO	13,39	13,32	48	13,65	13,73
MgO	23,68	23,56	118	23,96	24,42
Na_2O	3,14	3,13	10	3,15	3,26
H_2O (Glühverl.)	0,17	—	—	—	—
Unlöslich in HFl	0,10	—	—	—	—
	100,76	100,00		100,00	100,00

Will man die den Zahlen unter IV. entsprechende Formel:

$$118\,MgO.SiO_2$$
$$48\,CaO.SiO_2$$
$$10\,Na_2O.SiO_2$$
$$7\,FeO.SiO_2$$

zu einer Amphibolformel umgestalten:

$$33\ CaO.3MgO.4SiO_2$$
$$2\ CaO.3FeO.4SiO_2$$
$$6Na_2O.3MgO.4SiO_2$$
$$4Na_2O.3CaO.4SiO_2$$

so stimmen deren Zahlen (unter V.) weniger gut mit der Analyse überein.

Der Reichensteiner Asbest giebt im polarisirten Licht Auslöschungsschiefen von 0°—20°, was Tremolith-Nadeln in verschiedener Lage um die Verticalaxe gedreht entsprechen würde, deren Auslöschungsschiefe auf der Symmetrieebene circa 20° und auf der Querfläche natürlich = 0° ist. Der mexicanische Asbest war für optische Prüfung zu undurchsichtig.

Ref.: C. Hintze.

16. Derselbe: Chemische Zusammensetzung des Metaxit von Reichenstein (Ebenda, 161—163). Der Verf. liess einen echten typischen Metaxit von Reichenstein in Schlesien, vom spec. Gewicht = 2,549 analysiren, um zu entscheiden, ob der früher herrschenden Ansicht gemäss der Metaxit wirklich ein thonerdefreies Silicat von der Zusammensetzung des Serpentins ist, oder Herrn R. Hare beizupflichten wäre*), der viel Thonerde und eine vom Serpentin ganz abweichende Zusammensetzung fand.

Nach der Analyse des Herrn Friederici:

SiO_2	42,73
Al_2O_3	Spur
FeO	2,79
CaO	0,40
MgO	40,37
H_2O	12,17
Na_2O } Li_2O	1,52
	99,98

ist thatsächlich der Metaxit von Reichenstein vollkommen frei von Thonerde und hat sehr nahe die Zusammensetzung des Serpentins.

Ref.: C. Hintze.

17. G. Steinmann (in Strassburg): **Eine verbesserte Steinschneidemaschine** (Ebenda, 1882, 2, 46—54). Die Maschine, vom Umfang einer grösseren Nähmaschine, durch Treten in Bewegung gesetzt, ermöglicht durch besondere Führungsapparate: 1) die Schnitte in jeder beliebigen Richtung mit vollkommener Sicherheit durch grosse wie durch kleine Objecte zu führen, und 2) von dem Material so wenig als möglich zu verbrauchen. Die Maschine hat zwei getrennte Führungsapparate: an dem einen für grössere Objecte werden diese auf einer horizontalen Unterlage befestigt (angekittet); an dem anderen, complicirteren, werden kleinere Objecte (namentlich auch Krystalle) an einer verticalen Scheibe befestigt und können auch in ganz dünne Platten zerschnitten werden. An den beiden Enden einer horizontalen Axe werden zu den beiden Führungsapparaten

*) Inaug.-Diss., Breslau 1879. Ref. in dieser Zeitschr. 4, 294.

die schneidenden, mit Diamantpulver zu besetzenden Weissblechscheiben eingesetzt. Die Maschine soll sicherer und ungleich rascher arbeiten, als jede andere zu ähnlichen Zwecken benützte Einrichtung *).

Ref.: C. Hintze.

18. **C. Trechmann** (in Hartlepool): **Ueber einige Beobachtungen am Epistilbit** (Ebenda, S. 260—268). Zu Castle Eden in der Nähe von Hartlepool (Durham County, England) fand der Verf. unter Chausseesteinen einen basaltischen Mandelstein, der in der Nachbarschaft nicht anstehend beobachtet, sondern wohl als Schiffballast eingeführt wurde, und dessen bis $^3/_4$ Zoll grosse Blasenräume mit Epistilbit erfüllt waren. Die Analyse dieses Epistilbits, ausgeführt von Herrn P. Jannasch in Göttingen, wird im folgenden Referat mitgetheilt. Der Verf. selbst überzeugte sich, dass dieser Natron-haltige Epistilbit mehr oder weniger in Salzsäure löslich ist.

Die optischen Eigenschaften fand Herr L. Henniges im Allgemeinen übereinstimmend mit denen des Isländer Epistilbits: die Ebene der optischen Axen die Symmetrieebene. An einer Platte senkrecht zur ersten (negativen) Mittellinie wurde gefunden:

$$
\begin{aligned}
2E \text{ für } Li &= 69^0\ 12' \\
Na &= 70\ \ 45 \\
Tl &= 71\ \ 55
\end{aligned}
$$

Die zweite Mittellinie bildet mit der Verticalaxe für Na $8^0\ 41'$ ($8^0\ 1'$—$9^0\ 22'$).

Spaltbar sehr vollkommen nach $\infty\breve{R}\infty(010)$. Härte = 4—4,5, auf den Prismenflächen härter als auf der Spaltungsfläche.

Beobachtete Formen:

$$
\begin{aligned}
M &= \infty P(110) \\
t &= 0P(001) \\
r &= \infty\breve{R}\infty(010) \\
u &= \breve{R}\infty(011) \\
s &= +\tfrac{1}{2}P(\bar{1}12).
\end{aligned}
$$

Die bekannten Schwankungen der Winkelwerthe sind auch diesem Vorkommen eigen. Als Mittel zahlreicher Messungen wurde gefunden:

$$
\begin{aligned}
M : r &= 110 : 010 = 67^0 15' \\
r : u &= 010 : 011 = 64\ \ 28\ \ 30'' \\
u : \underline{u} &\text{ am Zwilling } = 60\ \ 41
\end{aligned}
$$

daraus das Axenverhältniss:

$$a : b : c = 0,506056 : 1 : 0,576265, \quad \beta = 55^0\ 57'\ 31''$$

$$(a : b : c = 0,504303 : 1 : 0,58006, \quad \beta = 54\ \ 33$$

aus den Fundamentalwerthen Rose's;

$$a : b : c = 0,5119 : 1 : 0,5739, \quad \beta = 55^0\ 49'\ 4''$$

am Reissit nach Luedecke)

oder in der von Groth vorgeschlagenen**) Stellung zum besseren Vergleich mit Heulandit: $t = +\breve{R}\infty(\bar{1}01)$, $u = +2\breve{R}2(\bar{1}21)$, $s = \breve{R}\infty(011)$

$$a : b : c = 0,419363 : 1 : 0,288136, \quad \beta = 89^0\ 20'\ 16''.$$

---

*) Die Steinmann'sche Maschine ist zu beziehen vom Maschinenfabrikanten Carl Benz in Mannheim. Preis mit allem Zubehör 275 Mark.

**) Tabellar. Uebersicht der Mineralien. 2. Aufl. 1882, S. 114.

Einfache Krystalle liessen sich nicht constatiren. Die Zwillinge nach $\infty \bar{P} \infty$ (100) stets nur mit einem Ende ausgebildet. Kleine tafelförmige Zwillinge nach ∞P(110). Nach diesem Gesetz wurde auch ein Drilling beobachtet; »betrachtet man jedoch die einzelnen Individuen als Zwillinge nach $\infty \bar{P} \infty$(100), so ist die Gruppe als Sechsling, nach zwei Gesetzen gebildet, anzusehen«*).

Eine Tabelle veranschaulicht die nahe Uebereinstimmung der Winkel des Isländer und des neuen Epistilbit, des Reissit und des Parastilbit.

Ref.: C. Hintze.

19. P. Jannasch (in Göttingen): **Ueber Heulandit und Epistilbit** (Ebenda, S. 269—280). Bei den nachfolgenden Analysen geschah die Aufschliessung durch Salzsäure; ausnahmsweise wurde nur der englische Epistilbit bei der ersten Analyse mit Soda geschmolzen. Das Strontium und Lithium wurden spectralanalytisch entdeckt. Bei der Bestimmung des Wassergehaltes wurde das vorherige Trocknen über concentrirter Schwefelsäure vermieden, um Verluste durch Verwitterung zu verhüten.

A. Epistilbit, bei Hartlepool gefunden.

Spec. Gewicht = 2,247 bei 15° C.

	I.	II.
SiO_2	56,54	56,76
Al_2O_3	19,17	18,20
CaO	8,75	8,61
Na_2O	1,25	1,69
H_2O	15,68	15,52
	101,39	100,78

Wasserbestimmung zu II.

Verlust bei 100—105°	= 1,76 H_2O
150—160	= 3,58
200	= 4,48
260—280	= 10,22
300—350	= 12,13
über dem Gasbrenner	= 15,45
vor der Gebläseflamme	= 15,52

B. Epistilbit von Berufjord, Island.

Spec. Gewicht = 2,255 bei 16° C. und 2,245 bei 20° C. (eine frühere Bestimmung ergab 2,250).

	I.	II.
SiO_2	57,57	57,70
Al_2O_3	17,49	17,36
CaO	7,98	8,18
Li_2O	Spuren	0,05
K_2O	Spuren	0,06
Na_2O	1,69	1,44
H_2O	15,29	15,35
	100,02	100,14

*) Das wird wohl noch zu untersuchen sein, ob ein (Rose'scher) Zwilling nach ∞P(110) aus zwei wirklich einfachen Individuen oder aus zwei (Tenne'schen) Zwillingen nach $\infty \bar{P} \infty$(100) besteht. Zur Entscheidung dieser Frage und zur weiteren Kenntniss des Epistilbits werden demnächst zu publicirende Untersuchungen beitragen, mit denen ich an aussergewöhnlich reichhaltigem Material von Island beschäftigt bin.

C. Hintze.

Wasserbestimmung zu II.

Verlust bei 100—115°	=	2,38 H_2O
200	=	5,92
250	=	8,34
350	=	12,85
über dem Gasbrenner	=	15,34
vor der Gebläseflamme	=	15,35

C. Heulandit von Berufjord, Island.

Spec. Gewicht = 2,216 bei 20° C. und 2,185 bei 16° C.

	I.	II.
SiO_2	57,72	57,71
Al_2O_3	16,47	16,37
CaO	7,00	6,92
SrO	0,49	0,60
Li_2O	Spur	0,10
K_2O	0,44	0,26
Na_2O	1,63	1,36
H_2O	16,91	16,82
	100,66	100,14

Wasserbestimmung zu II.

Verlust bei 100—110°	=	3,33 H_2O
150—160	=	5,97
200	=	8,05
250	=	8,89
300	=	12,66
340—350	=	13,45
über dem Gasbrenner	=	16,75
vor der Gebläseflamme	=	16,82

Eine Versuchsreihe der Wasserbestimmung unter gleichen Verhältnissen ergab:

		für Heulandit und	Epistilbit von Island
Verlust bei 100° C.	=	3,91 H_2O	2,02 H_2O
110—115°	=	4,32	2,38
120—130	=	4,91	2,73
150—160	=	5,97	3,60
175	=	6,99	4,33
200—215	=	8,44	5,51
220—230	=	9,17	6,46
250	=	9,89	10,86
270—280	=	11,92	11,52
280—290	=	12,99	11,86
290—310	=	13,53	12,18
310—350	=	13,86	12,47
nach dem Glühen	=	18,04	15,46

Auch Versuche über Wasseraufnahme von entwässertem isländischen Heulandit und Epistilbit wurden angestellt. Erhitzt bis auf 350° C. hatte verloren

der Heulandit 13,58 %

der Epistilbit 12,72

in feuchter Luft nahmen wieder zu

der Heulandit 1,53 %
der Epistilbit 0,94

nach Durchfeuchtung mit Wasser und vorsichtigem Trocknen hatte wieder aufgenommen

der Heulandit 3,42 %
der Epistilbit 2,51.

Heulandit, auf 250° erhitzt, liess nach vollständiger Durchfeuchtung 2,44 % Krystallwasser unersetzt; Epistilbit, auf 270—280° erhitzt, liess nach Durchfeuchtung 7,13 % unersetzt.

Bei den folgenden Formeln ist das erst bei Glühhitze austreibbare Wasser als basisches oder Constitutionswasser angenommen; auch das erst über 250° entweichende letzte Aequivalent Krystallwasser ist getrennt geschrieben. Bei Epistilbit würde der Gesammtwassergehalt für $5H_2O = 14,78$ % berechnet ergeben, für $5\frac{1}{2}H_2O = 15,99$ %: die gefundenen Zahlen stehen ungefähr dazwischen.

Epistilbit $= H_2CaAl_2Si_6O_{17} + H_2O.3H_2O$ oder $+ H_2O.3\frac{1}{2}H_2O$
Heulandit $= H_2CaAl_2Si_6O_{17} + H_2O.4H_2O$.

Ref.: C. Hintze.

20. M. Bauer (in Königsberg): **Herzförmige Zwillingsverwachsung am Quarz von Guanajuato in Mexico** (Ebenda, 1882, 1, 150—151). In einem kleinen Drusenraume eines milchweissen, derben Quarzstückes von Guanajuato in Mexico beobachtete der Verf. einen herzförmigen Quarzzwilling (Zwillingsebene $11\bar{2}2$). Die Individuen des Zwillings sind trübe und undurchsichtig wie ihre Unterlage, auf welcher der Zwilling mit seinem Knie aufgewachsen war. Jedes Individuum ist ungefähr 10 mm lang, 3—4 mm breit und plattenförmig dünn (1 mm) nach der beiden Individuen gemeinsamen Prismenfläche. Der Krystall zeigt also grosse Aehnlichkeit mit den Quarzzwillingen von Munzig in Sachsen. Die auf den breiten, den gemeinsamen, Prismenflächen aufgesetzten Rhomboëderflächen sind gross, die vier anderen klein. Da alle Flächen gleichmässig matt sind, so lässt sich nicht feststellen, nach welchem der möglichen Gesetze dieser Zwilling gebildet ist (vergl. G. vom Rath, Pogg. Ann. 1875, **155**, 62).

Ref.: Th. Liebisch.

21. A. Kenngott (in Zürich): **Ueber die Fahlerzformel** (Ebenda 1881, **2**, 228—248). Der Verf. gelangt durch eine Berechnung der bisherigen Analysen des Tetraëdrit zu dem Resultat, dass die Mehrzahl derjenigen, welche zur Entscheidung über die Formel berechtigen, auf der Zusammensetzung

$$4\overset{I}{R}_2S.(Sb, As)_2S_3 + x[3\overset{II}{R}S.(Sb, As)_2S_3]$$

führen.

Ref.: P. Groth.

22. C. A. Tenne (in Göttingen): **Ueber Parastilbit** (Ebenda 1881, **2**, 195 bis 197). Die krystallographische und optische Untersuchung der Originale von Sartorius von Waltershausen ergab die vollständige Uebereinstimmung

mit dem Epistilbit. Die Kryställchen zeigten die gleiche Zwillingsbildung und dieselben Flächen $M(110)$, $r(010)$, $t(001)$ und u (011); nur waren die Winkelwerthe stärker schwankend, als beim Epistilbit. Es wurde gemessen:

$$110 : 1\bar{1}0 = 39^0\ 5\tfrac{1}{2}' - 47^0\ 33'$$
$$001 : 00\bar{1} = 69\ 22$$
$$110 : 001 = 57\ 54\ -58\ 23$$

Schliffe nach (010) zeigten die Schiefe der Schwingungsrichtung 8^0—$8\tfrac{1}{2}^0$ in den beiden Hälften des Zwillings nach (100) und an einzelnen Stellen Aggregatpolarisation, genau wie die des Epistilbit, mit dem das Mineral jedenfalls zu vereinigen ist.

Ref.: P. Groth.

23. A. Stelzner (in Freiberg): **Zinkspinellhaltige Fayalitschlacken** (Ebenda 1882, 1, 170—176). Die auf den Freiberger Hüttenwerken bei dem Verschmelzen der Bleierze fallenden Schlacken haben die Zusammensetzung eines Fayalit, in welchem ungefähr $^1/_3$ des Eisens durch Zink ersetzt ist, und bilden compacte krystallinische Massen, in deren Innern zuweilen Drusen mit dünntafelförmigen rhombischen Krystallen erscheinen. Auch die derbe Masse zeigt bei mikroskopischer Untersuchung die rechtwinkelige Spaltbarkeit und die optischen Eigenschaften des Fayalit und enthält neben verschiedenen anderen Einschlüssen regelmässig kleine grünlichblaue Oktaëder, welche sich durch Zersetzung der Schlacke mit Salzsäure und Beseitigung der abgeschiedenen Kieselsäure mit Kalihydrat isoliren liessen. A. Schertel fand in zwei Proben (spec. Gewicht 4,70):

	I.	II.
ZnO	27,21	25,24
Fe_2O_3	24,49	33,00
Al_2O_3	50,55	43,36

Darnach herrscht in demselben die Verbindung $ZnAl_2O_4$, in isomorpher Mischung mit $FeAl_2O_4$ und $FeFe_2O_4$. Die letztere Verbindung ist nicht als Magneteisen mechanisch beigemengt, da die Spinelle bei einer Temperatur, bei welcher Magnetit durch Wasserstoff vollkommen zu Eisen reducirt wurde, keine wesentliche Veränderung erlitten. Mit der angegebenen Farbe durchsichtig sind nur die 0,01 mm im Durchmesser nicht übersteigenden Kryställchen, während die grösseren (bis 0,15 mm) opak sind. Die Menge beträgt ungefähr $\frac{1}{2}$% der Schlacke.

Ref.: P. Groth.

24. F. Sandberger (in Würzburg): **Rutil in Phlogopit** (Ebenda 1882, 2, 192). Ein grosser Phlogopitkrystall von Ontario in Canada enthielt an den Stellen, wo er weiss und zersetzt war, mikroskopische wasserhelle Nadeln eingelagert, welche sich als reine Titansäure erwiesen. Da dieselben sich meist unter 60^0 kreuzen, zeigt der Glimmer ausgezeichneten Asterismus. Die Ausscheidung von Rutil bei der Zersetzung von Glimmer hatte der Verf. schon früher an einem Biotit von Bodenmais beobachtet. In beiden Vorkommen trat der Rutil in Zwillingen des gewöhnlichen Gesetzes auf.

Ref.: P. Groth.

XXIV. Mikrokrystallographische Untersuchungen.

Von

O. Lehmann in Aachen.

(Mit Tafel VIII u. IX.)

Untersuchung einiger organischer Verbindungen.

Nitroorthotoluidin.

Dasselbe krystallisirt in sehr einfacher und fast stets ausgezeichnet vollkommen ausgebildeter Form (Fig. 1, 2). Das System ist monosymmetrisch; die Flächen lassen sich bezeichnen als Prisma, Basis und Orthopinakoid; letzteres ist indess nicht immer vorhanden. Bei rascher Krystallisation ist der Habitus körnerartig, bei langsamer tritt starke Verlängerung in der Richtung der Orthodiagonale ein, so dass die Krystalle ein nadelförmiges Aussehen erhalten. Besonders häufig sind die Formen mit vorherrschendem Orthopinakoid (Fig. 4) und diejenigen mit vorherrschender Basis (Fig. 3), erstere als rechteckige, letztere als sechseckige Tafeln erscheinend. Der Winkel des Prismas, an einem derartigen Hexagon gemessen, beträgt circa 71^{0}, die Schiefe der Basis gegen die Verticalaxe 68^{0}. Wird die Lösung durch Zusatz von Canadabalsam verdickt, so erfolgt, wie zu erwarten, Bildung von Krystallskeletten (Fig. 5), die um so zierlicher und feiner gegliedert erscheinen, je mehr die Viscosität der Lösung zunimmt. Nach längerem Stehen ergänzen sie sich allmählig zu vollkommenen Krystallen. Waren dabei einzelne Aeste, wie dies die Regel ist, gekrümmt, so zerfallen dieselben in eine Anzahl regelmässig gebauter Glieder (Fig. 6), deren verschiedene Orientirung im polarisirten Lichte sehr deutlich zu erkennen ist. Bei Krystallisation aus Anilin tritt zu den obigen Flächen noch ein Klinodoma hinzu (Fig. 7).

Nitroorthokresol.

Die Krystallisationen bestehen nur in sehr flachen Nadeln oder langgestreckten Blättchen mit sehr gerundeten Flächen und Kanten (Fig. 8), so

dass die Erkennung der Formen kaum möglich ist. Vorherrschend ist ein sehr scharfes Prisma. Die Endflächen sind in Folge der Neigung der Krystalle zu büschelartiger Zersplitterung (Fig. 9) nicht zu beobachten.

Amidokresol.

Man erhält die Substanz aus Lösungen je nach der Temperatur in zwei verschiedenen Krystallformen. Die in der Hitze stabilere Art krystallisirt in flachen, undeutlich geformten rhombischen Nadeln (Fig. 10, 11), die andere in sehr vollkommen ausgebildeten, mehr körnerartigen, im Uebrigen gleichfalls rhombischen Krystallen (Fig. 12, 13, 14). Die Verschiedenheit beider Arten lässt sich dadurch erkennen, dass je nach der Temperatur die eine sich in Gegenwart der anderen auflöst, während diese weiterwächst. Die Begrenzung der in höherer Temperatur erhaltenen Krystalle besteht aus Makropinakoid, Brachypinakoid und Brachydoma. Das Makropinakoid ist vorherrschend, aber gewöhnlich sehr uneben, meist stark gewölbt ausgebildet. Der Winkel des Domas beträgt circa 75°. Häufig fehlt letzteres, indem die Enden des Krystalls sich büschelartig verzweigen. Bei rascher Krystallisation aus heisser Lösung bilden sich die Krystalle so dünn blätterartig aus, dass fast sämmtliche zuerst trichitenartig gekrümmt erscheinen und erst allmählig bei der Verdickung sich gerade strecken, unter energischen Zuckungen zerbrechen und in Folge dessen sich an der Bruchstelle verzweigen. Die Substanz bildet geradezu ein sehr geeignetes Demonstrationsobject für diese Erscheinung. Aus der Lösung in Anilin entstehen so dicht verzweigte Sphärokrystalle, dass die Masse völlig opak erscheint. Die Flächen der in kalter Lösung stabileren Krystalle sind Makro- und Brachypinakoid combinirt mit der Pyramide. Auffallender Weise fehlen in der Regel, doch nicht immer, zwei Paare Pyramidenflächen, so dass der Habitus als unvollkommen hemiëdrisch bezeichnet werden kann. Gewöhnlich erscheinen die (blättchenförmigen) Krystalle in Form von Täfelchen mit rhombischem Umriss und 75° Schiefe. Die Begrenzungskanten des Brachypinakoids mit Pyramide bilden mit einander einen Winkel von 39°. Bei Fällung aus alkoholischer Lösung mittelst Wasser erscheint diese Art von Krystallen in Form kreuzförmiger Wachsthumsgebilde (Fig. 15).

Silbersalz des Nitroorthokresols.

Dasselbe tritt in zwei physikalisch metameren Modificationen auf, die am leichtesten aus dem Schmelzfluss zu erhalten sind. Stark erhitzt und rasch abgekühlt erstarrt dasselbe zu einer etwas niedriger schmelzenden labilen Modification. Allmählig wandelt sich dieselbe spontan, langsam schon bei gewöhnlicher Temperatur, sehr rasch aber beim Erwärmen um in die stabile. Beide Arten entstehen auch aus heisser Lösung in Wasser oder besser Benzol. Dabei erscheint aber die labile nur in Form äusserst

feiner Haare (Fig. 16), an welchen sich Begrenzungsflächen nicht wohl unterscheiden lassen, und nur die stabile tritt in vollkommen deutlich erkennbaren Formen auf (Fig. 17, 18, 19). Das System der letzteren ist rhombisch, die einfachste Combination ein Prisma von 57° Winkel und Basis. Häufig combinirt sich damit auch eine Pyramide und das Makrodoma, doch sind die Pyramidenflächen selten scharf ausgebildet, sondern in der Regel so gewölbt, dass sie allmählig in die Prismenflächen übergehen, so dass der ganze Krystall von gewölbten Seitenflächen begrenzt erscheint (Fig. 20—22). Merkwürdigerweise zeigen einzelne der Krystalle, doch nicht die Mehrzahl, eine ziemlich scharf ausgeprägte Hemimorphie (Fig. 23—25), indem das eine Ende durch die Pyramide zugespitzt, das andere durch die Basis abgestumpft ist. Zuweilen erscheint in Folge davon der Krystall zu einem Blättchen von der Gestalt eines gleichschenkligen Dreiecks degenerirt, wobei die beiden Schenkel einen Winkel von 80° einschliessen. Die Wölbung der Flächen tritt besonders stark hervor bei der Krystallisation aus Benzol. Alkoholische Lösung liefert namentlich bei raschem Wachsthum sehr scharfkantige Combinationen von Prisma und Basis.

Nitrat des Nitroorthotoluidins.

Aus Wasser erscheinen eigenthümliche zopfartige Aggregate sehr dünner gelblicher Blättchen ohne bestimmten scharfkantigen Umriss (Fig. 26). Dieselben lassen sich im trockenen Zustand ohne Zersetzung sublimiren und krystallisiren dann beim Erkalten weit vollkommener, als aus der wässerigen Lösung (Fig. 27). Es zeigt sich, dass die Blättchen rhombische Krystalle sind, begrenzt von drei Pinakoiden und einem Brachydoma (Fig. 28), die sublimirten Krystalle Makropinakoid combinirt mit Prisma und den beiden Domen. Tafelebene ist das Makropinakoid. Der Winkel des Brachydomas beträgt circa 102°. Besser denn aus Wasser werden die Blättchen aus Alkohol erhalten und zwar als Combinationen von Makro- und Brachypinakoid mit Brachydoma (Fig. 29, 30). Bei langsamem Wachsthum flachen sich dieselben gegen die Spitze zu durch Auftreten gewölbter Pyramidenflächen ab (Fig. 31) und schliesslich tritt ähnlich wie bei Wasser, doch nicht in gleichem Maasse, Büschelbildung und reichliche Verzweigung ein. Während nun die trockenen Krystalle gegen Erhitzung eine merkwürdige Constanz zeigen, so gilt dies keineswegs von den feuchten. Es zeigt sich dies schon beim Auflösen in Wasser unter Erwärmen. Dabei färbt sich die Lösung so intensiv gelb, dass man sich mit Nothwendigkeit zu der Vermuthung gedrängt sieht, dieselbe enthalte nunmehr freies Toluidin. In der That krystallisiren bei raschem Abkühlen und Einleiten der Krystallisation durch Reiben des Deckglases auf dem Objectträger nur Krystalle des letzteren aus und erst allmählig findet wieder Rückbildung des Nitrats statt. Noch deutlicher zeigt sich das Zerfallen, wenn die Krystalle in Lösung sehr

rasch erhitzt werden. Es beginnt dann die Dissociation schon vor der völligen Auflösung, und an Stelle der Nitratkrystalle entstehen solche von Nitrotoluidin. Hat sich auf solche Weise eine ziemliche Menge freien Nitrotoluidins abgeschieden, so entstehen bei der Rückbildung zunächst nicht die gelblichen Blättchen, sondern blassrothe, ziemlich stark dichroïtische, nadelförmige Krystalle (Fig. 32—34), gleichfalls dem rhombischen System angehörig und auch begrenzt von Makropinakoid, Prisma, Basis und Brachydoma, welch' letzteres ebenfalls annähernd einen Winkel von 102° besitzt. Dieselben sind beim Erhitzen weit beständiger als die Blättchen und zeigen die Erscheinung des Zerfallens nicht. Sie enthalten somit wahrscheinlich eine geringere Menge Toluidin. Auffallend ist, dass zuweilen das eine Paar Prismenflächen fehlt, also die Krystalle hemimorphen Habitus annehmen (Fig. 36) und in Folge dessen ein mehr monosymmetrisches Aussehen gewinnen.

Sulfat des Nitroorthotoluidins.

Beim Erhitzen der Krystalle in wässeriger Lösung tritt ähnlich wie bei dem Nitrat sehr leicht ein Zerfallen der Verbindung ein unter Bildung von freiem Nitrotoluidin. Die deutlichsten Krystalle sind zu erhalten aus Alkohol (Fig. 37, 38). Das System ist rhombisch, die Flächen sind Makropinakoid und Brachydoma, letzteres einen Winkel von 122° bildend. Häufig erscheinen sie stark gekrümmt und bei raschem Wachsthum treten die Ecken schwalbenschwanzartig hervor, so dass der Habitus zwillingsartig erscheint, obgleich keineswegs eine Zwillingsbildung, sondern lediglich eine Wachsthumserscheinung vorliegt. Nicht selten reisst dann der Krystall unter starker Krümmung der Hälften längs der Mittellinie auf (Fig. 39). Bei Zusatz von Wasser werden die Blättchen fast regelmässig sechseckig, bei reinem Wasser verschwindet aber das Brachydoma und wird durch eine gewölbte Zuschärfung (Pyramide) ersetzt (Fig. 40, 41). Es bilden sich dann auch grosse, blätterartige Krystalle (Fig. 42) von ziemlich intensiv gelber Färbung, gleichfalls dem rhombischen System angehörig. Sie sind ähnlich wie die besprochenen Combinationen von Makro- und Brachypinakoid, sowie Brachydoma. Auch der Winkel des letzteren ist nahezu gleich dem der farblosen Krystalle. Sehr gern setzen sich letztere in paralleler Stellung an erstere an, so dass nach einiger Zeit die grossen gelben Blätter an ihren Rändern und theilweise auch auf den Flächen mit weissen Schuppen bedeckt erscheinen. Die wesentliche Verschiedenheit beider ist leicht beim Wiedererwärmen zu erkennen, wobei die leicht löslichen gelben sehr rasch verschwinden, während die farblosen noch einige Zeit hindurch bestehen bleiben. Bei etwas rascher Erhitzung kann man die Erscheinung des Zerfallens auch bei diesen gelben sehr gut beobachten.

Krystallisation gemischter Lösungen.

Lässt man eine Mischung verschiedener Salzlösungen krystallisiren, so tritt sehr häufig der Fall ein, dass jeder einzelne Bestandtheil für sich zur Ausscheidung kommt, so dass bei eingehender Kenntniss der Krystallisationsformen schon ohne Weiteres erkannt werden kann, welches diese einzelnen Bestandtheile wirklich sind, und zwar nicht nur, welche Metalle und Säuren darin existiren, sondern sofort auch, in welcher gegenseitigen Verbindung sie vorhanden sind.

Nicht selten ist nun aber auch der Fall, dass ein Zusammenkrystallisiren dieser Theile stattfindet, sei es als Doppelsalz, sei es als isomorphe Mischung oder auch in anderer Weise. Diese letzten Erscheinungen sind natürlich sehr geeignet, die auf dem Wege der Krystallanalyse, d. h. der chemischen Analyse auf Grund der Untersuchung der krystallinischen Ausscheidung der einzelnen Substanzen, erhaltenen Resultate zu trüben und durchaus unsicher, also unbrauchbar zu machen, falls es nicht gelingt, entweder die Substanzen vor der Krystallisation zu trennen, oder aber die verschiedenen möglichen Fälle des Zusammenkrystallisirens verschiedener Substanzen mit der nöthigen Ausführlichkeit vorher zu eruiren.

Bei einem Versuche, die Krystallanalyse dem gewöhnlichen Gange der qualitativen Analyse anzupassen, war es nun in erster Linie erforderlich, das Zusammenkrystallisiren von Salmiak mit anderen Chloriden zu untersuchen und ferner auch das Zusammenkrystallisiren der Chlorverbindungen solcher Metalle, die derselben Gruppe angehören, also isomorphe Mischungen bilden müssen. Es wurde zu diesem Zwecke nach der bekannten mikrokrystallographischen Methode zunächst jede Substanz für sich untersucht, und alsdann Mischungen von successive immer höherem Gehalt an der einen oder anderen hergestellt.

1. Salmiak.

Aus der wässerigen Lösung entstehen die bekannten oktaëdrischen Krystallskelette, zuweilen mit trigonalen Nebenästen. Wird das Wachsthum langsamer, so lösen sich die kleinen Aestchen ab und suchen sich zu einzelnen ihrer Entstehung nach mehr oder minder langgestreckten einseitigen Ikositetraëdern auszubilden, die Kanten bleiben indess immer mehr oder weniger abgerundet. Ist die Lösung mit Salzsäure angesäuert, so zeigt sich eine Neigung zur Ausbildung von Würfeln, welche besonders stark hervortritt, wenn die Salzsäure nicht ganz rein, sondern mit etwas Eisenchlorid verunreinigt, also schwach gelblich gefärbt ist. Ein näheres Eingehen auf den Grund dieser Habitusänderung führte zunächst zur Untersuchung von Mischungen aus Salmiak und Eisenchlorid.

Salmiak mit Eisenchlorid.

Wird der krystallisirenden Salmiaklösung auch nur eine Spur von Eisenchlorid zugesetzt, so verschwindet die Neigung zur Bildung oktaëdrischer Formen gänzlich und es treten scharfkantige, regelmässig gebildete Würfel auf (Fig. 43). Wird nun der Zusatz von Eisenchlorid so sehr vergrössert, dass die Flüssigkeit merklich gelb gefärbt erscheint, so macht sich alsbald ein weiterer Einfluss des Zusatzes geltend, indem nun auch die Krystalle sich mit einer gelben Schicht überziehen und zwar von weit dunklerem Ton als die Lösung selbst, gerade als ob die Krystalle den Farbstoff der Lösung mit grosser Kraft an sich heranzögen und auf ihrer Oberfläche fixirten (Fig. 44). Die nun neu entstehenden Krystalle erscheinen durch ihre ganze Masse hindurch gelb gefärbt, und Beobachtung im polarisirten Licht zeigt beginnende Doppelbrechung. Je mehr der Zusatz von Eisenchlorid vergrössert wird, um so mehr wächst auch die Intensität der Färbung der Krystalle, welche bis zu einem sehr dunklen Rothgelb ansteigen kann*). Die Beobachtung im polarisirten Licht zeigt dann einen höchst auffälligen Dichroismus, insofern die Seiten der Würfel durch die Diagonalen in vier Sectoren getheilt erscheinen, von welchen zwei gegenüberstehende stark rothgelb gefärbt sind, die anderen zwei blass hellgelb, falls die Polarisationsebene des Lichtes einer Seitenkante des Würfels parallel steht (Fig. 45). Zwischen gekreuzten Nicols erscheinen die Krystalle in dieser Stellung dunkel, sonst hell, und zwar wieder die einzelnen Sectoren verschieden gefärbt. Bei raschem Wachsthum treten der Regel entsprechend die Ecken der Würfel hornartig hervor und es entstehen vierstrahlige Sterne (Fig. 46). Krystalle, die zuerst in der reinen Lösung gewachsen waren, zeigen im Innern noch einen weissen isotropen Kern, der nach aussen hin allmählig in die rothgelbe, doppeltbrechende Rindensubstanz übergeht.

Bei sehr stark vergrössertem Zusatz an Eisenchlorid treten neben diesen gefärbten Salmiakkrystallen Krystalle eines Doppelsalzes von Salmiak und Eisenchlorid auf, welche deutlich zeigen, ein wie grosser Unterschied besteht zwischen einem Mischkrystall einer sog. Verbindung nach veränderlichen Verhältnissen und einer eigentlichen Molekülverbindung, einer Verbindung nach festen Verhältnissen.

Die Krystalle dieses Doppelsalzes sind ebenfalls rothgelb und bilden schöne oktaëderähnliche Formen des rhombischen Systems, Combinationen von Makro- und Brachypinakoid (Fig. 47, 48). Sehr häufig sind dieselben, wie die Fig. 49, 50 zeigen, zu Zwillingen verwachsen. Wird ein solcher

*) Um die Krystalle sehr schön zu erhalten, muss die Lösung stark mit Salzsäure angesäuert werden.

durch rechtwinklig gekreuzte Streifungen leicht kenntlicher Zwilling im polarisirten Lichte beobachtet und zwar in solcher Stellung, dass die kurze Diagonale des Nicols der Streifung des auf der breiten Fläche liegenden Krystalls parallel ist, so erscheint der letztere dunkelrothgelb, der andere hellgelb, also ganz so wie die Sectoren der gelbgefärbten Salmiakkrystalle. Diese Uebereinstimmung des Dichroismus legt die Vermuthung sehr nahe, dass es gerade diese Doppelverbindung von Salmiak und Eisenchlorid ist, die in feinster Vertheilung mit der Substanz der Salmiakkrystalle gemengt die eigenthümliche Färbung dieser letzteren hervorruft. Die Färbung würde also einer Art Mischung (Legirung) der beiden krystallisirbaren Substanzen entsprechen, welche mit dem Vorgang der Mischung zweier Flüssigkeiten sogar in der Hinsicht eine Aehnlichkeit zeigt, als ein bestimmter Sättigungspunkt eintritt, von welchem an die Salmiakkrystalle kein weiteres Eisenchlorid mehr aufzunehmen im Stande sind. Wäre nämlich ein solcher Sättigungspunkt nicht vorhanden, so müsste es möglich sein, durch immer mehr vergrösserten Zusatz von Eisenchlorid den relativen Gehalt an letzterem in den Krystallen so sehr zu steigern, dass schliesslich auch die äussere Form nicht mehr mit der des Salmiaks übereinstimmte, sondern sich der des Eisenchlorids näherte. In Wirklichkeit hört aber bei allzugrossem Gehalt an Eisenchlorid das Wachsthum der Salmiakkrystalle auf, und das Doppelsalz krystallisirt für sich besonders und scheint gar keine Fähigkeit zu haben, reine Salmiaksubstanz in sich aufzunehmen.

Eisenchlorür.

Nachdem die eigenthümliche Mischungsfähigkeit der Salmiakkrystalle mit solchen von Eisenchlorid-Chlorammonium erkannt war, lag die Frage sehr nahe, ob nicht ein ähnliches Verhalten auch gegenüber von Eisenchlorür zu beobachten sei. Während Eisenchlorid beim Eindampfen für sich allein auf dem Objectträger immer amorphe Krusten liefert, so besitzt das Eisenchlorür im Gegentheil eine recht beträchtliche Krystallisationsfähigkeit, wenn auch nicht für sich allein, so doch in Verbindung mit zwei oder vier Aequivalenten Krystallwasser. Es musste somit zunächst festgestellt werden, wie diese krystallisirende Molekülverbindung sich mikrokrystallographisch untersucht ausnehmen würde. Es ergaben sich Combinationen von Basis mit vorderer oder hinterer Hemipyramide, wie sie auch makroskopisch beobachtet sind (Fig. 51). Auch die gleichfalls schon bekannte Erscheinung der vielfach wiederholten Zwillingsbildung zeigt sich in sehr auffälliger Weise. Dieselbe besteht darin, dass sich zwei Krystalle um 180° gedreht mit der Basis aneinander legen, an die beiden ein dritter, vierter, fünfter u. s. f., alle demselben Zwillingsgesetz folgend, so dass, da die Basis Tafelebene ist, ein Packet sehr dünner Zwillingslamellen entsteht (Fig. 52), welches auf seiner breiten Seite völlig eben begrenzt ist, seitlich aber zahlreiche

parallele Furchen aufweisen müsste, die aber in Wirklichkeit so schlecht ausgebildet sind, dass sie sich der Beobachtung meist völlig entziehen, so dass, da zudem der Unterschied in der Lage der Schwingungsrichtungen der einzelnen Lamellen kein sehr beträchtlicher ist, das Ganze das Aussehen eines einfachen, nur seitlich unvollkommen begrenzten Krystalls erhält.

Werden gross ausgebildete Exemplare dieser wasserreicheren Molekülverbindung in der Lösung rasch erhitzt, so zerfallen sie in ein Aggregat regelmässig angeordneter Kryställchen der wasserärmeren Verbindung, wie dies bereits an einem anderen Orte beschrieben wurde. Bei Abkühlung tritt Rückbildung der wasserreicheren ein und zwar unter genauer Beobachtung der gegenseitigen gesetzmässigen Orientirung, so dass der neuentstehende wasserreichere Krystall genau wieder die Stellung des ursprünglich durch Erwärmung zersetzten erhält, falls nicht die Kryställchen des wasserärmeren durch Flüssigkeitsströmungen aus ihrer ursprünglichen Lage verschoben wurden. Die wasserärmere Form (Fig. 53) gehört ebenso wie die wasserreichere dem monosymmetrischen Krystallsystem an, hat nadelförmigen Habitus und besteht vorherrschend aus Prisma und Basis, welchen Flächen sich manchmal noch das Orthopinakoid und ein hinteres Hemidoma zugesellen. Die Schiefe der Basis beträgt 48°, die des Hemidomas 41°. Sehr häufig sind Durchkreuzungszwillinge nach Art der Figur 54 und auch Schwalbenschwanzzwillinge (Fig. 55), sowie Zwillinge in der Art aufeinander liegender Lamellen (Fig. 56).

Salmiak und Eisenchlorür.

Die erwartete Mischung der Salmiakkrystalle mit Eisenchlorür blieb in der That nicht aus, denn wenn auch eine merkliche Färbung der Krystalle wegen der geringen Intensität der Färbung des Eisenchlorürs nicht erkannt werden konnte, so zeigte sich der Einfluss dennoch ganz deutlich in der ausgesprochenen Neigung des Salmiaks zur Bildung von Würfeln, der Doppelbrechung dieser Würfel und endlich einer höchst auffälligen Wachsthumserscheinung. Während nämlich sonst die Anomalien des Wachsthums der Regel folgen, dass die Ecken am stärksten hervortreten, so bleibt hier das Wachsthum derselben zurück und zwar in so hohem Grade, dass scharfe einspringende Winkel entstehen (Fig. 57), gerade als läge hier nicht ein einheitlicher regulärer Würfel, sondern ein Durchkreuzungszwilling eines anderen Systems vor. Die Auslöschungsrichtungen sind den Kanten parallel, es ist somit anzunehmen, dass die eingelagerten Partikelchen senkrecht zu den Flächen stehen und nadelförmigen Habitus haben, so dass sie borstenartig aus der Fläche herauszutreten suchen und dadurch die eigenthümlichen Erhöhungen auf den letzteren hervorrufen, indem ihre Zwischenräume sich da, wo sie parallel sind, alsbald mit Salmiaksubstanz ausfüllen,

so dass die einzelnen Borsten zu einer compacten Masse verkittet werden, während hingegen an den Ecken, woselbst sie um 90° divergiren, diese Ausfüllung durch Mangel an Salmiaksubstanz nicht möglich ist. Unter Umständen lässt sich durch sehr stark vergrösserten Zusatz von Eisenchlorür diese Borstenbildung in der That beobachten, und ausserdem zeigt sich das Vorhandensein einer derartigen Einlagerung sehr deutlich bei dem durch schwache Erwärmung bewirkten Wiederauflösen der Krystalle, indem die Borstensubstanz sich leichter löst und daher rascher verschwindet als die verkittende Salmiakmasse, so dass letztere in Form eines feinen Staubes übrig bleibt und erst bei höher gesteigerter Temperatur ebenfalls zum Verschwinden gebracht werden kann. Ganz wie bei den Versuchen mit Eisenchlorid lässt sich auch hier ein Sättigungspunkt in der Aufnahme des Eisenchlorürs durch den Salmiak erkennen, denn wird der Zusatz von ersterem allzuhoch gesteigert, so sieht man neben den Salmiakkrystallen andere von oktaëderartigem Habitus auftreten, welche sehr stark erinnern an das bei Eisenchlorid beobachtete Doppelsalz, von diesem aber wesentlich verschieden sind durch den Mangel an Färbung. Eine nähere Untersuchung im polarisirten Lichte lehrt, dass diese scheinbaren Oktaëder oder rhombischen Pyramiden durchaus keine einfachen Krystalle sind, sondern meistens Zwillinge, Drillinge und Combinationen vieler Individuen, so dass eine Orientirung häufig überhaupt nicht mehr möglich ist. Ein Krystall einfachster Art, nämlich ein einfacher Zwilling, ist dargestellt in Figur 58. Durch allmählige Uebergänge gelang es die Figur 59 zu erhalten, bei welcher die Einzelkrystalle nur etwas verlängert zu werden brauchen, um zu sehen, dass das Ganze identisch zu sein scheint mit einem Durchkreuzungszwilling des wasserärmeren Eisenchlorürs, wie ein solcher dargestellt ist in Figur 60. Diese Vermuthung kann unschwer verificirt werden durch Herstellung allmähliger Uebergänge zu den Krystallen des reinen wasserärmeren Eisenchlorürs. Somit sind die oktaëderähnlichen Krystalle nicht, wie die aus Mischungen von Salmiak mit Eisenchlorid erhaltenen, Krystalle eines Doppelsalzes, sondern solche des Eisenchlorürs selbst, und da die borstenartigen Einlagerungen in den Salmiakkrystallen in ihrem ganzen Verhalten mit diesen oktaëderähnlichen Krystallen übereinstimmen, so ist hiermit erkannt, dass die Einlagerung in den Salmiakkrystallen in nichts Anderem besteht, als aus sehr feinen Nädelchen des wasserärmeren reinen Eisenchlorürs. Die Beobachtung zeigt also wieder sehr klar, dass ein solches Zusammenkrystallisiren zweier Salze sehr wohl zu unterscheiden ist von der Bildung eigentlicher Molekülverbindungen, d. h. von Doppelsalzen oder wasserhaltigen Salzen. Letztere Verbindungen finden nach festen Verhältnissen statt, erstere nach variabeln genau wie die Lösungen eines Salzes in Wasser, die Mischung zweier Kohlenwasserstoffe, die Legirung zweier Metalle. Doppelsalze und wasserhaltige können ohne Zersetzung als

Ganzes von einem anderen Krystall aufgenommen werden ganz ebenso, wie sie sich auch ohne Zersetzung und unter Wahrung aller ihrer charakteristischen Eigenschaften in einer Flüssigkeit auflösen können, wenn schon in der Regel bis zu einem mehr oder minder hohen Grade Dissociation eintritt.

Molekülverbindungen mit festen Verhältnissen beruhen nach der einer meiner früheren Arbeiten zu Grunde liegenden Theorie auf der Vereinigung mehrerer chemischer Moleküle (Atomgruppen) zu einem physikalischen (Complexe chemischer Moleküle), solche nach veränderlichen Verhältnissen sind keine eigentlichen Verbindungen, sondern unterscheiden sich von reinen ungemischten Substanzen nur dadurch, dass ihre (physikalischen) Moleküle nicht sämmtlich gleichartig sind, sondern mehr oder weniger solche einer anderen Substanz unter sich enthalten. Gäbe es ein Sieb, mit Hülfe dessen wir verschieden gestaltete Moleküle von einander sondern könnten, so wäre die Sonderung möglich bei Mischungen, nicht aber bei eigentlichen Molekülverbindungen.

Manganchlorür.

Eisensalze sind isomorph mit Mangan-, Kobalt-, Nickel- und gewissen Kupfersalzen, so dass a priori zu erwarten stand, dass auch diese sich den ersteren ähnlich verhalten dürften. Es wurden daher zunächst diese verschiedenen Substanzen einzeln, dann in Mischungen mit einander und auch in Mischung mit Salmiak untersucht, und die Erwartung fand sich in der That bei sämmtlichen bestätigt. Aus der nur wenig erwärmten Lösung des Manganchlorürs bilden sich grosse plattenförmige Krystalle des monosymmetrischen Systems mit Basis und vorderer Hemipyramide, sowie Klinodoma, seltener Prisma und Hemidoma, offenbar abgesehen von den letztgenannten Flächen genau die Form der wasserreicheren Eisenchlorürkrystalle. Beim Erwärmen zerfallen diese Tafeln in Nadeln, welche mit denjenigen des wasserärmeren Eisenchlorürs so viel Aehnlichkeit besitzen, dass eine weitere Beschreibung ganz überflüssig erscheint. Wird Manganchlorür mit Eisenchlorür gemischt, so entstehen isomorphe Mischungen beider (?), anscheinend in jedem Verhältniss.

Nickelchlorür.

Aus sehr stark eingedampfter Lösung entstehen äusserst feine Prismen mit gerader Endfläche, deren Form sich nur schwer erkennen lässt (Fig. 61). Wird der Lösung etwas $MnCl_2$ zugesetzt, so nimmt die Grösse dieser Prismen zu, und bei immer mehr verstärktem Zusatz nähern sie sich schliesslich völlig der Form des reinen wasserärmeren Manganchlorürs, indem sich allmählig neben der geraden Endfläche auch die schiefe einfindet (Fig. 62). In ähnlicher Weise zeigen sich die Uebergänge, wenn an Stelle des Mangan-

chlorürs Eisenchlorür verwendet wird (?), so dass auf diesem Wege, durch Herstellung isomorpher Mischungen, die Form der an und für sich schwer erkennbaren Nickelkrystalle genügend festgestellt sein dürfte. Neben dieser Nadelform bilden sich allmählig, oft erst nach längerem Stehen und bei nicht allzuhohem Grade der Concentration, die wasserreicheren Krystalle der Eisenform (Fig. 63). Dieselben zeigen insofern ebenfalls eine wesentliche Abweichung, als sie immer in Gestalt dünner, fast regelmässig sechsseitig begrenzter Blättchen erscheinen, so dass man ohne die Beobachtung im polarisirten Lichte geneigt sein könnte, sie für hexagonal zu halten. Dass sie indess wirklich mit dem Mangan- und Eisensalz isomorph sind, lehrt wieder die Probe der isomorphen Mischung, durch welche sehr deutliche Uebergänge zu erhalten sind. Je höher der Gehalt der Lösung an Mangan und Eisen steigt, um so mehr nimmt die Dicke der Krystalle zu, und schliesslich werden die Seitenflächen und deren Einseitigkeit ohne Schwierigkeit erkennbar (Fig. 64).

Ausser dieser Eisenform bildet sich nun aber bei noch geringerer Concentration eine dritte Molekülverbindung mit noch höherem Wassergehalt und noch weit beträchtlicherem Krystallisationsvermögen (Fig. 65). Es verdient hier dieser Zusammenhang mit dem Wasser ganz besonders hervorgehoben zu werden, da sich ähnliche Erscheinungen auch bei anderen Substanzen finden, und die Art der Aenderung also ganz gesetzmässig zu sein scheint. Während die wasserarme Substanz in kleinen kaum erkennbaren Nädelchen auftritt, erscheint die reichere in schon ziemlich ausgedehnten, wenn auch nach einer Dimension noch sehr beschränkten Blättchen, die wasserreichste endlich in sehr vollkommenen, sehr grossen und massiven Krystallen. Je grösser also der Wassergehalt, je grösser die Molekülcomplexe (physikalischen Moleküle), um so grösser auch das Krystallisationsvermögen. Die wasserreichsten Krystalle sind ebenfalls monosymmetrisch und zwar gewöhnlich Combinationen von Basis, Orthopinakoid und Prisma. Beim Erhitzen zerfallen sie ähnlich den sechsseitigen in die feinen Nadeln, um sich beim Wiedererkalten von Neuem zu bilden. Der Zwischenzustand der Blättchenform wird also bei der Dissociation übergangen, wohl nur aus dem Grunde, weil zu der Bildung eine ziemlich beträchtliche Zeit nöthig ist und die Temperatur unter den gegebenen Versuchsbedingungen nicht hinreichend langsam geändert werden kann.

Kobaltchlorür.

Ganz ebenso wie Nickel zeigt auch Kobalt dreierlei wasserhaltige Krystalle, von welchen die bei gewöhnlicher Temperatur sich bildenden den analog gebildeten des Nickels, abgesehen von der Farbe, täuschend ähnlich sind. Ganz wie diese zerfallen auch sie beim Erhitzen in ein Aggregat der wasserarmen. Diese selbst sehen denen von Eisen- und Manganchlorür

insofern ähnlicher, als die schiefe Endfläche vorherrscht, dagegen sind sie, ähnlich denen des Nickels in der Regel, d. h. wenn die Krystallisation nicht sehr verlangsamt wird, nur sehr klein. Auch die sechsseitige Art lässt sich erzeugen, ist indess, weil meist ähnlich den Eisenchlorürkrystallen Zwillingspackete bildend, leicht mit der gewöhnlichen Form zu verwechseln. Besser wird dieselbe erkennbar, wenn der Lösung das Nickelsalz beigemischt wird, wodurch der Habitus sich dem der Krystalle des letzteren nähert. Stärker eingedampfte gemischte Lösungen liefern auch die Nadelform, gleichfalls Uebergänge zwischen den Formen der reinen Salze herstellend, ja es gelingt manchmal eine Nadel zu erhalten, die an einem Ende die schiefe Fläche zeigt wie reines Kobaltchlorür, am anderen dagegen die gerade Fläche wie das reine Nickelsalz. Die Nadeln setzen sich häufig in regelmässiger Stellung an die Krystalle der Eisenform an. Ganz wie bei Nickel sind auch isomorphe Mischungen mit Mangan- und Eisenchlorür möglich, und die Aufnahme des Kobaltsalzes in einen Krystall dieser letzteren lässt sich sehr gut durch die Aenderung der Färbung beobachten, die sich bei wachsendem Gehalt der Lösung immer mehr der des reinen Kobaltsalzes nähert. Die Nadelform wird durch solche isomorphe Beimischungen beträchtlich grösser und neigt stark zur Zwillingsbildung, namentlich Durchkreuzungszwillinge bildend und solche von der Form eines gebrochenen Stabes (Fig. 68). Die Mischungen von mittlerem Wassergehalt nähern sich sehr der reinen Kobaltform und zeigen, dass diese wirklich verschieden ist von der wasserreicheren, was beim reinen Salze nicht leicht zu erkennen ist, da sowohl der äussere Habitus wie auch die Färbung nur wenig verschieden sind.

Die eigenthümliche blaue Färbung, welche Kobaltchlorürlösung beim Erhitzen namentlich bei Gegenwart wasserentziehender Mittel annimmt, lässt vermuthen, dass auch das wasserarme Salz einer Dissociation fähig sei, vielleicht geradezu in Wasser und wasserfreie Substanz zerfalle und letzterer die blaue Farbe zukomme. Da aus wässeriger Lösung die wasserfreie Substanz nicht zu erhalten war, versuchte ich dieselbe aus einer Lösung in geschmolzenem Chlorsilber, die ebenfalls tief dunkelblau und nur in dünner Schicht durchsichtig ist, zu erzielen und erhielt auch in der That blaue Nadeln, doch war weder deren Form noch Zusammensetzung bestimmbar.

Kupferchlorid.

Kupferchlorid krystallisirt aus der sauren wässerigen Lösung in Form langer Nadeln, deren Enden verjüngt zulaufen und in sehr feine Spitzen endigen (Fig. 69). Ob diese Nadelform isomorph ist mit der Nadelform des Eisen-, Mangan-, Nickel- und Kobaltsalzes, lässt sich nicht entscheiden, doch besteht jedenfalls eine gewisse Verwandtschaft, insofern nicht nur der Habitus

der sich ausbildenden Krystalle beträchtlich durch die Gegenwart jener anderen Stoffe beeinflusst wird, sondern auch, wie aus der Aenderung der Farbe zu erkennen ist, entschieden Mischung eintritt. Bei Zusatz von Eisenchlorür z. B. werden die fein zugespitzten Enden abgestumpft, worauf aus den abgestumpften Flächen haarförmige Fortsätze herauswachsen, so dass die Enden wie Pinsel in zahlreiche Haare zertheilt erscheinen (Fig. 70). Die Farbe ist schwach bläulich und zeigt starken Dichroismus, nämlich blau, wenn die kürzere Diagonale des Nicols der Längsrichtung parallel ist, weiss im entgegengesetzten Falle. Zusatz von Manganchlorür wirkt, abgesehen von der Färbung (?) ähnlich, Nickel bringt ebenfalls eine Abstumpfung der Enden hervor und die Krystalle zeigen keine bestimmte Auslöschung mehr, so dass offenbar ein Zusammenkrystallisiren mehrerer Individuen stattfindet. Aehnlich wirkt der Zusatz von Kobalt. Es gelingt Krystalle zu beobachten, die an einem Ende noch die scharfkantigen schiefen Endflächen des Kobaltsalzes zeigen und vollkommen auslöschen, am anderen dagegen nicht mehr einheitlich doppeltbrechend sind und auch keine scharfen Endflächen mehr aufweisen. Allmählig stellt sich dann die einfache Auslöschung wieder her und die Endflächen werden wieder gerade, wie bei den Krystallen mit vorherrschendem Gehalt an Kupferchlorid. Wahrscheinlich sind also die optischen Eigenschaften beider Substanzen verschieden, und die Störung der Doppelbrechung wird bedingt durch ungleichmässige Mischung. Auffallend ist die durch Erwärmung bedingte Dissociation der Lösung des Kupferchlorides. Wird die Lösung stark eingedampft, so färbt sie sich ziemlich stark bräunlich, und die alsdann beim Erkalten entstehenden Krystalle sind weit kürzer als solche aus grüner Lösung und auch an beiden Enden mit Endflächen versehen wie die aus gemischten Lösungen.

Sobald nun die Abkühlung eine gewisse Grenze überschritten hat, fängt die Flüssigkeit an einer Seite an grün zu werden und nun schreitet die Grenzlinie der braunen und grünen Flüssigkeit langsam fort, ganz ähnlich wie die Grenzfläche zweier in Umwandlung begriffener physikalisch isomerer Modificationen. Kurz vor dem Herannahen dieser Grenze gegen eine Stelle entstehen daselbst Bläschen, welche rasch grösser werden und ein Maximum erreichen, während die Grenze über sie hinwegschreitet, und alsdann wieder zusammenschrumpfen. Offenbar ist also die Dissociation mit der Entwicklung eines Gases (Chlor) verknüpft, welches in der braunen Flüssigkeit unlöslich ist, von der grünen aber begierig absorbirt wird.

Salmiak mit Manganchlorür.

Ganz wie bei Mischung mit Eisenchlorür nehmen Salmiakkrystalle auch bei Krystallisation in Gegenwart von Manganchlorür in ziemlich reichlichem Maasse das wasserarme Salz in sich auf, wie sowohl an der zur Würfelbildung hinneigenden Aenderung des Habitus, sowie der deutlich

wahrzunehmenden Doppelbrechung zu erkennen ist. Bei ziemlich beträchtlichem Gehalt an dieser Beimischung verlieren die Grenzflächen ihre Ebenheit, werden rauh und unregelmässig gewölbt, und schliesslich verschwindet auch die Würfelform bis auf Spuren. Dabei treten heftige Spannungen auf, die zur Bildung von Rissen längs der Diagonalen führen, welche häufig mit solcher Gewalt sich öffnen, dass die Bruchstücke relativ beträchtlich weit fortgeschleudert werden, und die Krystalle geradezu in hüpfender Bewegung zu sein scheinen.

Salmiak mit Nickelchlorür.

Ist Nickelchlorür vorherrschend, so entstehen neben den durch Beimengung ganz unförmlich gewordenen Salmiakkrystallen auch kleine Kryställchen des reinen Nickelchlorürs, und zwar solche der wasserarmen Modification. Bei längerer Beobachtung gelingt es manchmal, ein solches Nädelchen in einen Salmiakkrystall übergehen zu sehen. Es bildet dann der nadelförmige Krystall eine Hauptaxe des entstehenden Oktaëders, d. h. eine Diagonale des in dem capillaren Raum entstehenden quadratischen Durchschnittes des Oktaëders. Die zweite und dritte Diagonale wird ebenfalls von einer solchen Nadel gebildet, so dass ein Oktaëder entsteht, dessen Hauptaxen aus reinem Nickelsalz bestehen, während die einzelnen Oktanten mit einem sehr feinkörnigen Gemenge von Salmiak und Nickelchlorür ausgefüllt werden (Fig. 66). Dass das Gemenge wirklich körnig ist, erhellt schon aus dem geringen Grade von Durchsichtigkeit, welcher sich geradezu bis zur Undurchsichtigkeit steigern kann, sodann aber durch die Erscheinungen im polarisirten Licht. Stehen die Diagonalen denjenigen der Nicols parallel, so tritt längs dieser Diagonalen vollkommene Auslöschung ein; die Sectoren dagegen erscheinen vielfach farbig gesprenkelt, ein deutliches Zeichen, dass die Masse nicht homogen, sondern durch zahlreiche Einlagerungen unterbrochen ist. Nimmt der Gehalt der Lösung an Salmiak zu, so treten die Mitten der Sectoren stärker hervor, der Durchschnitt verwandelt sich in einen Kreis und dann in ein Quadrat, d. h. also der Krystall nach einander in eine Kugel und einen Würfel (Fig. 67). In gleichem Maasse mit der Zunahme des Salmiakgehaltes wird auch die Granulirung feiner, um schliesslich völlig zu verschwinden, so dass zuletzt durchaus klare, aber immer noch doppeltbrechende Würfel entstehen und abgesehen von den hörnerartig vorspringenden Ecken auch eine durchaus glatte Oberfläche aufweisen. Aehnlich wie bei Eisenchlorür zeigen bei mittlerem Salmiakgehalt und kurzer Dauer des Wachsthums die Krystalle die Eigenthümlichkeit der Bildung rechteckiger Aufsätze auf den Würfelflächen resp. die Erzeugung einspringender Winkel.

Salmiak mit Kobaltchlorür.

Die entstehenden Mischkrystalle zeigen, abgesehen von der Farbe, so viele Aehnlichkeit mit den Nickelchlorür-Salmiakmischungen, dass eine nähere Beschreibung überflüssig erscheint.

Es ist somit klar, dass Eisenchlorür, Manganchlorür, Kobaltchlorür, wie aus ihrer Isomorphie eigentlich schon a priori zu vermuthen ist, in der That in Bezug auf die Mengung mit Salmiak alle das gleiche Verhalten zeigen. Der Salmiak vermag eine gewisse Menge der wasserarmen Verbindungen dieser Substanz völlig gleichmässig und regelmässig orientirt in sich aufzunehmen, bei grösserem Zusatz entsteht körnige Structur, ähnlich wie Tröpfchenbildung oder Trübung beim Erkalten nicht in jedem Verhältniss mischbarer Flüssigkeiten, und schliesslich entstehen neben den Mischkrystallen unabhängig von diesen ganz für sich die reinen Krystalle des wasserhaltigen Metallsalzes.

Salmiak mit Kupferchlorid.

Bei Mengung von Salmiak und Kupferchlorid in gewissem Verhältniss entsteht ein sehr schön und sehr vollkommen krystallisirendes Doppelsalz, welches oberflächlich betrachtet, abgesehen von der Farbe, sehr viele Aehnlichkeit zeigt mit dem aus Salmiak und Eisenchlorür gebildeten, schon früher beschriebenen Doppelsalz, davon indess schon äusserlich dadurch unterschieden ist, dass es dem tetragonalen Krystallsystem angehört, also auf der Basis liegend zwischen gekreuzten Nicols in allen Lagen dunkel erscheint. Wird der Lösung noch mehr Kupferchlorid zugefügt, so scheiden sich zuerst Krystalle des reinen Kupferchlorids aus, alsbald aber besetzen sich diese an verschiedenen Punkten, besonders aber an den Spitzen, mit Kryställchen des Doppelsalzes, welche sämmtlich einander parallel und in gesetzmässiger Stellung zum ursprünglichen Krystall sich ansetzen, rasch grösser werden und dabei den Kupferchloridkrystall allmählig aufzehren (Fig. 71). Erwärmt man und lässt dann wieder erkalten, so wächst zunächst das Doppelsalz, und alsdann setzen sich an dieses die Kupferchloridkrystalle an und zwar, da dies in zwei gleichwerthigen Richtungen möglich ist, in Form eines Kreuzes, welches den ursprünglich vorhandenen Doppelsalzkrystall, namentlich wenn derselbe sehr klein war, vollständig verdeckt und durchaus einem Durchkreuzungszwilling ähnlich sieht. Wird der Gehalt an Salmiak gesteigert, so treten zunächst Salmiakkrystalle auf, die aber alsbald die Substanz des Doppelsalzes in sich aufnehmen, doppeltbrechend und schliesslich trübe und undurchsichtig werden und auch äusserlich ihre regelmässige Form völlig einbüssen. Beim Wiedererwärmen zerfallen dieselben in Salmiakstaub, indem sich das verkittende Kupfersalz leichter auflöst, und so das Aggregat, seines Bindemittels beraubt, in die

einzelnen Körnchen zerfällt. Ist der Salmiak weitaus vorherrschend, so entstehen glatte, durchsichtige Krystalle, die aber immerhin insofern durchaus nicht homogen sind, als der in noch heisser Lösung gebildete Kern nahezu aus reinem Salmiak besteht, während die folgenden Schichten successive immer höheren Gehalt an Doppelsalz aufweisen, ja schliesslich geradezu in reines Doppelsalz übergehen können, so dass auch äusserlich die Form völlig in die des Doppelsalzes übergeht*).

Kupferchlorid — Salmiak — Eisenchlorid.

Da Salmiak sowohl das Doppelsalz Eisenchlorid-Chlorammonium sowie auch das Doppelsalz Kupferchlorid-Chlorammonium in sich beherbergen kann, so schien es interessant zu untersuchen, in welcher Weise die Krystallisation von statten gehen würde, wenn beide Doppelsalze zugleich in Lösung wären. Das Ergebniss waren flach linsenförmige Mischkrystalle (Fig. 72), deren Verhalten im polarisirten Lichte dem tetragonalen System entsprach, so dass man annehmen kann, dieselben enthielten Kupferchlorid-Chlorammonium als Hauptbestandtheil. Wurde nun eine solche Linse auf die Kante gestellt, — was um so leichter zu ermöglichen war, da gewöhnlich die im Allgemeinen runde Begrenzung durch die Prismenflächen an vier Seiten gerade abgeschnitten war, und sich sehr häufig derart aufgestellte Exemplare als Zwillinge auf anderen aufgewachsen vorfanden, — und wurde dann der untere Nicol eingeschaltet, so zeigte sich ein lebhafter Dichroismus, nämlich dunkelgelb, wenn die grosse Diagonale des Nicols mit der grössten Dimension übereinstimmte, blaugrün im entgegengesetzten Falle. Hieraus scheint unzweifelhaft hervorzugehen, dass in der That wie erwartet die Krystalle Mischungen aller drei Substanzen waren, und dass die einzelnen Bestandtheile durch den erzeugten Dichroismus ihre Anwesenheit kundgeben. Noch deutlicher konnte die Aufnahme des Eisenchloriddoppelsalzes erkannt werden bei etwas gesteigertem Gehalt an Eisenchlorid. Die Krystalle hatten dann mehr die Form des Kupferdoppelsalzes, zeigten aber an den in Figur 73 punktirten Stellen einen starken Dichroismus, nämlich rothgelbe Färbung wie Eisenchlorid, wenn die kurze Diagonale des Nicols senkrecht zur Längsrichtung stand, blaugrün wie die Kupferverbindung im entgegengesetzten Falle. Besonders bemerkenswerth erscheint der Umstand, dass das Eisenchlorid vorzugsweise an den bezeichneten Stellen aufgenommen wird, an den anderen weniger.

Kupferchlorid — Salmiak — Kobaltchlorür.

Nicht minder interessant als die vorige, ist die aus gleichen Gründen untersuchte Mischung von Salmiak mit den Chlorverbindungen von Kupfer

*) Die Lösung muss ziemlich stark mit Salzsäure angesäuert werden.

und Kobalt. Bei vorherrschendem Kobaltchlorid entstehen schief abgeschnittene blaue Nadeln, in ihrer Form ähnlich den wasserarmen Krystallen des Kobaltchlorürs, indess in ihren Dimensionen beträchtlich grösser und wesentlich davon unterschieden durch die eigenthümliche Färbung. Später erscheinen hellrothe Salmiak-ähnliche Krystallskelette, Mischkrystalle von Salmiak mit wasserarmem Kobaltchlorür. In dem Maasse als diese Skelette wachsen, lösen sich vor ihnen die blauen Krystalle auf, und sowie irgendwo Berührung eintritt, scheint auf den ersten Blick ein ähnlicher Vorgang stattzufinden, wie bei der plötzlichen Umwandlung einer labilen Modification eines Körpers durch Berührung mit einer stabilen, nämlich der Krystall scheint sich momentan in die rothe Substanz umzuwandeln, und alsdann wächst die letztere wieder unbehindert weiter. In Wirklichkeit beruht diese Erscheinung nur auf der Bildung eines Ueberzuges; denn sowie durch Erwärmung dieser rothe Ueberzug wieder zur Auflösung gezwungen wird, kommt fast unverändert der blaugrüne Krystall wieder zum Vorschein. Die Erscheinung mag wohl durch eine Anhäufung von Salmiak rings um den Krystall und die dadurch bewirkte Beschleunigung des Wachsthums des Mischkrystalls bedingt sein. Bleiben die rothen Krystalle längere Zeit sich selbst überlassen, so werden auch sie von einer dritten Art von Krystallen aufgezehrt, welche die Form rother Sphärokrystalle haben und ihrem ganzen Verhalten nach Mischungen von Salmiak mit dem wasserreicheren (Eisenform) Kobaltchlorür zu sein scheinen. Es wäre somit unter solchen Bedingungen der Salmiak im Stande, sogar Verbindungen einer und derselben Substanz mit verschiedenen Mengen Krystallwasser in sich aufzunehmen, ähnlich wie auch Wasser bei verschiedenen Temperaturen dieselbe Substanz in verschiedenen Verbindungen mit Krystallwasser enthalten kann. Sehr auffallend ist ferner, dass auch das tetragonale Doppelsalz des Kupferchlorids im Stande ist, Mischungen zu bilden, und sich nicht, wie das des Eisenchlorürs, völlig indifferent verhält. Dass eine solche Aufnahme von Kobaltchlorür in das Doppelsalz stattfindet, beweist am sichersten die Aenderung der Farbe, die bei beträchtlichem Kobaltgehalt ziemlich intensiv roth werden kann, einen lebhaften Dichroismus aufweisend, welcher sich natürlich nur bei den auf einer Seite liegenden Krystallen kundgeben kann, bei welchen die Hauptaxe zum Objectträger parallel läuft. Ist die grosse Axe des Nicols der Längsrichtung der Krystalle parallel, so erscheinen dieselben roth, im entgegengesetzten Falle weiss. In zweiter Linie kann als Beweis für die stattfindende Beimischung die eigenthümliche Aenderung des Habitus dienen, darin bestehend, dass zwei Flächenpaare, wie Figur 74 zeigt, ihre Schärfe und Regelmässigkeit völlig verlieren und einer unregelmässigen gewölbten Begrenzung Platz machen, während die anderen beiden, wenn auch nicht ganz intact bleiben, so doch weit weniger angegriffen werden. Als eine weitere Folge der Beimischung mag ferner die Hinneigung

zur Bildung von Durchkreuzungsdrillingen betrachtet werden, wie sie in Figur 75 dargestellt sind.

Salmiak mit Chlorkalium und Chlornatrium.

Obschon diese drei Substanzen isomorph sind, so scheint doch eine Neigung zum Zusammenkrystallisiren nur in sehr geringem Maasse vorhanden zu sein; denn sowohl bei der Mischung des Salmiaks mit Chlorkalium, wie auch mit Chlornatrium, scheiden sich die Krystalle beider Substanzen unverändert neben einander aus; jedenfalls lässt sich keine Aenderung des Habitus beobachten und allen Analogien nach müsste eine solche in diesem Falle eintreten. Trotz der ähnlichen chemischen Zusammensetzung sind also in diesem Falle die Molekularkräfte nicht im Stande die ungleichartigen Moleküle zu verbinden, es ist die Salmiaklösung zwar gesättigt in Bezug auf die Salmiakkrystalle, nicht aber in Bezug auf das Chlornatrium oder Chlorkalium, und umgekehrt.

Salmiak mit Chlorcalcium.

Chlorcalcium im reinen Zustande krystallisirt in Form dünner, aber gross ausgebildeter Blättchen, die als Combinationen eines Prisma mit der Basis aufzufassen sind. Mit Chlornatrium verunreinigte Lösung lässt ausserdem auch sehr kleine Oktaëder der ersten Substanz fallen, welche bei starker Uebersättigung und durch Reiben sehr rasch eingeleiteter Krystallisation mit solcher Kleinheit sich ausbilden, dass nur eine staubartige Trübung der Lösung sichtbar wird. Mit Chlorkalium und Chlorammonium entstehen Doppelsalze in einfachen Formen des rhombischen Systems, gewöhnlich eine Combination eines nahezu rechtwinkligen Prismas mit Basis. Bei Anwendung von Chlorammonium treten hierzu ausserdem noch Makro- und Brachypinakoid. Neben diesen scheiden sich unverändert die Krystalle des reinen Chlorammoniums aus, doch gewöhnlich sich in regelmässiger Stellung an die Doppelsalzkrystalle ansetzend. so nämlich, dass die Kante eines Würfels längs einer Pinakoidfläche zu liegen kommt, wie dies Figur 75a darstellt.

Chlorbarium und Chlorstrontium.

Chlorbarium für sich giebt schöne grosse rhombische Tafeln, Combinationen von Basis, Prisma und den zwei Paar Domenflächen. Beobachtung im polarisirten Licht macht den Eindruck, als ob diese Platten durchaus nicht einfach wären, sondern aus mehreren Individuen zusammengesetzt, da sich stets durch scharfe Grenzlinien abgetrennte Stellen finden, auf welchen die Auslöschung nicht in Uebereinstimmung steht mit der des übrigen Theils, doch auch andererseits nur unbeträchtlich davon abweicht. Die grosse Neigung der Substanz zur Bildung von Zwillingen, namentlich

bei Zusatz von Gummi, habe ich schon an anderer Stelle erwähnt. Wird die Lösung stark mit Salzsäure versetzt, so entstehen neben diesen quadratischen Tafeln solche eines wahrscheinlich wasserärmeren Salzes von fast gleicher Form, indess etwas geringeren Dimensionen und vorherrschender Längenausdehnung. Auf den ersten Blick fällt die Unterscheidung beider Formen etwas schwer, doch lehrt eine längere Beobachtung dieselben dadurch sicher unterscheiden, dass bei fortschreitender Abkühlung sich neben diesen länglichen Blättchen auch die quadratischen einfinden und die ersteren, sobald sie in deren Nähe gelangen, zur Auflösung bringen, gewissermassen aufzehren.

Chlorstrontium ergiebt ebenfalls zweierlei Krystallisationen von verschiedenem Wassergehalt, von welchen die wasserärmere isomorph ist mit der wassereicheren des Chlorbariums. Die wasserreichere erscheint in Form hexagonaler Prismen. Erwärmt man, so werden diese von den wasserärmeren Krystallen aufgezehrt, beim Erkalten umgekehrt.

Werden Chlorstrontium und Chlorbarium gemengt, so entstehen zunächst Krystalle ähnlich den wasserärmeren von Chlorbarium, doch weit schöner ausgebildet, somit wahrscheinlich isomorphe Mischungen. Beim Abkühlen wandeln sie sich, namentlich beim Drücken oder Ritzen, sofort in ein Aggregat der gewöhnlichen Krystalle um. Eine Zwischenschicht bei der Umwandlung ist nicht wahrzunehmen, so dass der Vorgang durchaus nicht den Eindruck macht, als ob eine Modification mit grösserem Wassergehalt vorläge, sondern lediglich eine solche von anderer Form, d. h. physikalisch isomere. Auch die gewöhnliche wasserreiche Form bildet sich aus gemengten Lösungen weit schöner und grösser aus, so dass also in diesem Falle das Zusammenkrystallisiren nicht nur mit Leichtigkeit stattfindet, sondern auch auf die Krystallisation fördernd einwirkt.

Gerade das Gegentheil gilt von einer Beimischung von Chlorcalcium zu Chlorbarium oder Chlorstrontium. Obgleich theoretisch genommen Isomorphie vorhanden sein müsste, und die Krystalle, wenn auch verschiedenen Habitus zeigend, sich doch auf das gleiche Krystallsystem reduciren lassen, so ist ein Zusammenkrystallisiren doch nur wenig zu bemerken, und der Erfolg ist nur der, dass sowohl Chlorbarium wie Chlorstrontium in sehr verkümmerten kleinen und abgerundeten Krystallen der wasserärmeren Modification sich ausscheiden, indem offenbar das Chlorcalcium vermöge seiner Hygroskopicität die Bildung wasserreicherer Verbindungen hindert.

Ueber Trichitenbildung.

In meiner Arbeit »Ueber Krystallwachsthum«*) ist noch keine Erklärung der Trichitenbildung gegeben, nämlich jener sehr häufig zu beob-

*) Diese Zeitschr. 1, 453.

achtenden Erscheinung, dass eine Substanz sich unter gewissen Umständen in Form sehr feiner, haarartiger Krystalle oder äusserst dünner Blättchen ausscheidet, die dann im weiteren Verlaufe der Krystallisation sich entweder durch einen energischen Ruck ihrer ganzen Länge nach gerade strecken oder aber an einer oder mehreren Stellen aufreissen und nun von der Bruchstelle aus Zweige aussenden, deren Zahl in Folge der neu auftretenden Störung der Krystallisation an der Ausgangsstelle*) sich immer mehr vergrössert, so dass Krystallbüschel in Form eines Doppelpinsels entstehen und weiterhin centralfaserige Kugeln, welche oft so dicht und vollkommen abgerundet sind (z. B. Niederschlag von pyroantimonsaurem Kali mit Chlornatriumlösung), dass man sie eher für Flüssigkeitströpfchen halten möchte, als für Krystalle, wenn nicht die Beobachtung im polarisirten Licht bei gekreuzten Nicols, ein dunkles Kreuz auf hellem Grunde zeigend, deutlich ihre centralfaserige Structur zur Erkenntniss brächte. Im Verlaufe meiner weiteren Untersuchungen bin ich zu einer Theorie dieser Erscheinungen gelangt, die sich so eng an diejenige der Skelettbildung anschliesst, dass sie mir einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit zu besitzen scheint, wenn ich auch allerdings ausser Stande bin sie direct zu beweisen.

Nach jener Theorie der Skelettbildung ist ein wachsender Krystall von einer Schicht minder übersättigter Lösung umgeben, welche auf den Mitten der Flächen die grösste Dicke besitzt, an den Ecken aber nur sehr dünn ist, so dass man sich wohl den Fall denken könnte, sie würde hier völlig durchbrochen**), der Krystall käme wirklich in Berührung mit der relativ stark übersättigten äusseren Lösung. Hat diese nun die Eigenschaft, sich auf der Krystalloberfläche vermöge der Adhäsionskraft auszubreiten, so muss an der Spitze des Krystalls eine Strömung entstehen, wie sie in der Arbeit »über Krystallwachsthum« z. B. für Berührung von Alkohol und Wasser längs einer Luftblase dargestellt ist. Diese Strömung***) führt der Krystallspitze enorm viel Material zu, so dass sie sich ganz unverhältnissmässig verlängert, während die ihres Ueberschusses an krystallisirender Substanz beraubte Lösung sich ringsum neben der Spitze ablagert und vollständig alles Dickenwachsthum verhindert. Es muss also sehr rasch ein haarförmiges Gebilde entstehen, welches in Folge seiner grossen Biegsamkeit durch die Heftigkeit der Strömung, namentlich bei Vorhandensein einer schiefen Endfläche zur Seite gebogen, gekrümmt wird und in seinem Wachsthum plötzlich aufhört, wenn die Strömung an der wachsenden Spitze durch irgend einen Zufall wieder beseitigt wird, und sich nun erst ganz

*) Weil nämlich dort die beiden Theile unter einem Winkel zusammenstossen.

**) Etwa in Folge einer Strömung der Flüssigkeit.

***) Welche also eine wirkliche Flüssigkeitsströmung und nicht eine Diffusionsströmung ist.

langsam in die Dicke vergrössert, indem allmählig in gewöhnlicher Weise durch Diffusion neues Material beigeschafft wird. Da die neu angelagerten Moleküle die regelmässige Lagerung einzuhalten suchen, diese aber in Folge der vorhandenen Krümmung nicht wohl möglich ist, entsteht eine Spannung, welche das beobachtete Geradestrecken und Zertrümmern mit Nothwendigkeit herbeiführen muss. Die Höfe bei Skelett- und Trichitenbildung würden sich also in der Weise unterscheiden, wie es die Figuren 76 a und 76 b resp. 77 a und 77 b für je zwei auf einander folgende Phasen der Bildung darstellen.

Es würde diese Erklärung selbst den Fall nicht ausschliessen, dass an irgend einem isolirten Punkte auf der Oberfläche eines grösseren Krystalls ein haarartiger Fortsatz entstände, wenn durch einen zufälligen Umstand (etwa Ansetzen einer fremden Substanz) an diesem Punkte eine Berührung mit der äusseren Lösung herbeigeführt würde. Eine Beobachtung dieser Art machte ich bei Chlorkalium, dessen Lösung durch etwas Pottasche verunreinigt war. Es bildeten sich zunächst ziemlich grosse Würfel, auf diesen entstanden dann ganz vereinzelte normalstehende, äusserst feine Haare, die sich sehr langsam allmählig verdickten und dabei deutlich ebenfalls als würfelförmig krystallisirtes Chlorkalium erwiesen (Fig. 78). Die Verdickung erfolgt meist zunächst knopfartig an einem Ende, indem daselbst nach Eintreten der Diffusionsströmung eine Tendenz zur Bildung von Skelettästen eintritt und nun durch Ausfüllung der einspringenden Winkel gewissermassen ein Fortschieben von Material nach der Ursprungsstelle des Haares hin stattfindet.

Die gegebene Erklärung der Trichitenbildung würde ferner in innigster Beziehung stehen zu der Beobachtung der Trichitenbildung von Styphninsäure in Wasser mit wenig Benzol. Durch Auflagerung der Benzoltröpfchen, welche einerseits mit übersättigter, andererseits mit lediglich concentrirter Lösung in Verbindung stehen, muss eine Strömung der Flüssigkeit in der Richtung der Pfeile (Fig. 79) entstehen, also eine rasche Zufuhr von Material zu dem Benzoltröpfchen, welches dasselbe dann seinerseits auf den Krystall ablagert und so bewirkt, dass daselbst ein Auswuchs entsteht, welcher das Tröpfchen beständig vor sich herschiebt (Fig. 80). (Hierher würde auch das Wachsen nach Vacuolen zu rechnen sein, welches in meiner Arbeit »über physikalische Isomerie«, *) Taf. V, Fig. 15 dargestellt ist.)

*) Diese Zeitschr. 1, 116.

Nachtrag.

In zwei Arbeiten »über Krystallisation«, über welche ich in dieser Zeitschrift siehe »Auszüge« am Schlusse dieses Heftes' referirte, hat Herr G. Brügelmann ein »neues Fundamentalgesetz der combinirten Krystallisation« aufgestellt. Mit den vom Verf. aufgestellten Anschauungen nicht ganz in Uebereinstimmung, fügte ich meine Ansichten über Krystallisation von Gemengen, Absorption von Farbstoffen und übersättigte Lösungen unter der Ueberschrift »Bemerkungen des Ref.« jenem Auszuge bei. Da diese Ansichten zum Theil in meinen bis jetzt veröffentlichten Arbeiten noch nicht explicite enthalten sind, so möge es mir gestattet sein, an dieser Stelle darauf hinzuweisen.

O. Lehmann.

XXV. Ueber die Ausdehnung der Krystalle durch die Wärme.

II. Abhandlung.

Von

L. Fletcher in London.

(Mit Taf. X.)

Einleitung.

Wie in einer früheren Abhandlung (diese Zeitschr. **4**, 337) gezeigt wurde, lassen sich aus der Annahme, dass die geometrischen und physikalischen Eigenschaften eines Krystalls in allen Geraden derselben Richtung die gleichen seien, die nachstehenden Folgerungen ableiten:

1) Eine physikalische und geometrische Symmetrieebene ist permanent für alle Temperaturänderungen, so lange die Molekularstructur des Körpers erhalten bleibt. Ohne vorhergehende Zerstörung der letzteren kann also ein Krystall durch blosse Temperaturänderung, theoretisch wenigstens, von einem System niedriger Symmetrie in ein solches höherer übergehen, aber nicht umgekehrt.

2) Eine Kugel verwandelt sich im Allgemeinen bei Aenderung der Temperatur in ein Ellipsoid.

3) Irgend drei, bei der ersten Temperatur auf einander senkrechte Gerade werden conjugirte Durchmesser des Ellipsoids bei der zweiten.

4) Diejenigen drei Geraden, welche bei der letzteren Temperatur mit den Axen des Ellipsoids zusammenfallen, sind bei beiden Temperaturen rechtwinkelig zu einander; es sind dies die Richtungen der grössten, mittleren und kleinsten Ausdehnung, Neumann's thermische Axen.

5) Die beiden Diameter, welche senkrecht zu den Kreisschnitten des Ellipsoids stehen, sind so beschaffen, dass die Ausdehnung aller im Krystall normal dazu gerichteten Linien bei der zweiten Temperatur die gleiche ist; dieselben haben also einen ähnlichen Charakter wie die optischen Axen oder Plücker's magnetische Axen.

6) Drei Gerade haben bei den beiden Temperaturen absolut dieselbe Lage im Raume und wurden auf Vorschlag Professor Maskelyne's

als atropische Linien bezeichnet; sie sind im Allgemeinen nicht auf einander rechtwinkelig, von den thermischen Axen verschieden, und müssen, wenn sie permanent im Raume für alle Temperaturänderungen festliegen, in der nächsten Beziehung zur Structur des Krystalls stehen, d. h. den Anspruch darauf haben, nicht als arbiträre, sondern als wirkliche Axen des Krystalls betrachtet zu werden.

7) Es giebt eine unendliche Zahl von Linien-Triaden, welche, während sie ihre Richtung im Raume ändern, ihre gegenseitige Neigung bewahren; sie sollen im Folgenden als isotropische Linien bezeichnet werden. Die sogenannten thermischen Axen bilden nur den speciellen Fall derjenigen isotropischen Linien, für welche die gegenseitige Neigung 90° beträgt.

8) Wenn in einem Krystall des monosymmetrischen Systems die beiden in der Symmetrieebene liegenden Linien, welche für je zwei Temperaturen atropisch sind, es auch für alle anderen sind, so werden keine für zwei Temperaturen isotropische Linien ihre gegenseitige Neigung behalten, und da diese nicht constant ist, kann ihnen nicht als Structurlinien des Krystalls eine grössere Wichtigkeit beigelegt werden.

Ferner wurde gezeigt, dass im regulären System alle Gerade, im tetragonalen und hexagonalen alle diejenigen, welche parallel oder senkrecht zur Hauptsymmetrieaxe stehen, bei einer Aenderung der Temperatur ihre Richtung beibehalten; dass im rhombischen Systeme die thermischen Axen und die atropischen Linien mit den krystallographischen Axen zusammenfallen; dass im monosymmetrischen Systeme eine thermische Axe und eine atropische Linie mit der Symmetrieaxe coincidiren, während die anderen thermischen Axen, atropischen Linien und krystallographischen Axen ohne irgend eine bemerkbare gegenseitige Beziehung in der Symmetrieebene liegen; dass endlich im asymmetrischen Systeme die thermischen Axen, die atropischen Linien und die krystallographischen Axen anscheinend ganz unabhängig von einander sind.

In der Absicht, die obige Theorie der möglichen Veränderlichkeit in der Lage der thermischen Axen experimentell zu prüfen, unternahm Herr Beckenkamp*) im mineralogischen Institut der Strassburger Univerität die mühsame Arbeit, bei verschiedenen Temperaturen präcise Messungen der Winkel von Anorthit, Axinit, Orthoklas und Gyps auszuführen; er hatte hierzu ein grosses Goniometer mit Secundenablesung zur Verfügung. Aus seinen Messungen leitet Derselbe mit Hülfe der vom älteren und jüngeren Neumann für mono- und asymmetrische Krystalle gegebenen Gleichungen die Richtungen der thermischen Axen ab und findet, dass deren

*) Diese Zeitschr. 5, 436 und 6, 450.

Aenderung, während sie in den übrigen untersuchten Mineralien innerhalb der Grenzen der Versuchsfehler liegen, bei dem Anorthitkrystall für die Axen der kleinsten Ausdehnung weit ausserhalb der Grenze der Beobachtungsfehler liege; diese Axe liegt nämlich für die Temperaturänderung von 20—80° C. nicht weniger als 26° 36′ verschieden von der Lage für das Intervall 20—200° C.

Eine Abweichung der thermischen Axen von der Rechtwinkeligkeit würde, wenn sie auch klein wäre, offenbar die Constanz der Lage derselben verhindern. Die Grösse einer solchen Abweichung wurde in meiner ersten Abhandlung noch nicht erörtert; da jedoch kaum anzunehmen ist, dass die Aenderung in der gegenseitigen Neigung dieser Linien einige Secunden überschreite und die Aenderung ihrer Lage mehr als einige Minuten betrage, so scheint es nothwendig, die ursprünglichen Formeln Neumann's und die Beobachtungen und Rechnungen Beckenkamp's einer sorgfältigen Prüfung zu unterziehen, ehe man eine so grosse Aenderung von 26° 36′ in der Lage der thermischen Axen als absolut sicher bewiesen ansehen kann. Eine in dieser Absicht unternommene Prüfung war es, welche den Verf. allmählig zu der Entwicklung des Folgenden geführt hat.

Die Formeln Neumann's sind so verwickelt und auf so complicirtem Wege hergeleitet, dass die Wahrscheinlichkeit eines kleinen Fehlers, der die Resultate unrichtig gemacht hat, sehr gross ist, um so mehr, als Beckenkamp selbst zwei Druckfehler in den Originalformeln Neumann's gefunden hat. Dies leuchtet vielleicht noch mehr ein, wenn wir Neumann's Darstellung der Methode, durch welche die thermischen Axen wirklich berechnet werden, wiedergeben. Es ist die folgende:

»Seien OA, OB, OC die krystallographischen Axen mit den resp. Längen A, B, C; seien x_1, x_2, x_3 drei auf einander rechtwinkelige Axen, von denen x_3 mit OC coincidirt, x_2 in der Ebene AOC und senkrecht zu OC steht, während x_1 senkrecht zur Ebene AOC ist. Seien ferner $\alpha_1 \alpha_2 \alpha_3$, $\beta_1 \beta_2 \beta_3$, $\gamma_1 \gamma_2 \gamma_3$ die Richtungscosinus von OA, OB und OC in Bezug auf die Axen $x_1 x_2 x_3$ bei der ursprünglichen Temperatur Θ; die Incremente der neun Cosinus $\alpha_1 \alpha_2 \alpha_3$ u. s. w. bei der zweiten Temperatur Θ' mögen mit $\varDelta\alpha_1$, $\varDelta\alpha_2$ . . . und diejenigen der Längen A, B, C mit $\varDelta A$, $\varDelta B$, $\varDelta C$ bezeichnet werden. Schreibt man der Kürze wegen

$$\frac{\varDelta A}{A} - \frac{\varDelta C}{C} = \frac{\varDelta a}{a} \text{ und } \frac{\varDelta B}{B} - \frac{\varDelta C}{C} = \frac{\varDelta b}{b}$$

und bezeichnet mit σ die Determinante:

$$\begin{vmatrix} \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \\ \beta_1 \beta_2 \beta_3 \\ \gamma_1 \gamma_2 \gamma_3 \end{vmatrix}$$

so hat man neun Constanten $\varDelta$ mittelst der folgenden Formel zu finden:

$$\varDelta_k^{(i)} = \frac{\frac{d\sigma}{d\alpha_k}\varDelta\alpha_i + \frac{d\sigma}{d\beta_k}\varDelta\beta_i + \frac{d\sigma}{d\gamma_k}\varDelta\gamma_i}{\sigma} + \frac{\frac{d\sigma}{d\alpha_k}\frac{\varDelta a}{a}\alpha_i + \frac{d\sigma}{d\beta_k}\frac{\varDelta b}{b}\beta_i}{\sigma},$$

die Gleichungen

$$\begin{aligned}
2(\varDelta_1' - R)C_1 &+ (\varDelta_1'' + \varDelta_2')C_2 &+ (\varDelta_1''' + \varDelta_3')C_3 &= 0,\\
(\varDelta_2' + \varDelta_1'')C_1 &+ 2(\varDelta_2'' - R)C_2 &+ (\varDelta_2''' + \varDelta_3'')C_3 &= 0,\\
(\varDelta_3' + \varDelta_1''')C_1 &+ (\varDelta_3'' + \varDelta_2''')C_2 &+ 2(\varDelta_3''' - R)C_3 &= 0,\\
C_1^2 &+ C_2^2 &+ C_3^2 &= 1
\end{aligned}$$

aufzustellen und die Wurzeln R_1, R_2. R_3 der cubischen Gleichung:

$$\begin{vmatrix}
2(\varDelta_1' - R) & (\varDelta_1'' + \varDelta_2') & (\varDelta_1''' + \varDelta_3')\\
(\varDelta_2' + \varDelta_1'') & 2(\varDelta_2'' - R) & (\varDelta_2''' + \varDelta_3'')\\
(\varDelta_3' + \varDelta_1''') & (\varDelta_3'' + \varDelta_2''') & 2(\varDelta_3''' - R)
\end{vmatrix} = 0$$

zu bestimmen. Diese Wurzeln sind der Reihe nach in die vorhergehenden Gleichungen einzusetzen und die Werthe von C_1, C_2, C_3 zu berechnen. Jede Reihe solcher Werthe giebt die Richtungscosinus der thermischen Axen bei der zweiten Temperatur Θ' in Bezug auf die rechtwinkeligen Axen x_1, x_2, x_3 für das Temperaturintervall von Θ bis Θ'.«

Es ist Nichts darüber angegeben, ob Neumann selbst irgend eine praktische Anwendung von diesen Formeln gemacht hat, und es scheint, dass Pape, bei seiner Bestimmung der thermischen Axen des Kupfervitriols (Poggendorff's Annalen 1868, **135**, 1), sie zuerst in die praktische Krystallographie eingeführt hat. Seine Resultate können jedoch nicht als genau genug angesehen werden, da das von ihm angewandte Instrument nur Minuten abzulesen gestattete. Beckenkamp hat dagegen einen ausgedehnten Gebrauch von diesen Formeln gemacht um zu bestimmen, ob im asymmetrischen Systeme dieselben Linien im Krystall permanent rechtwinkelig auf einander bleiben oder nicht, und hat die Frage im negativen Sinne entschieden.

Da jedoch jene Gleichungen durch Vernachlässigung kleiner Grössen von der zweiten Ordnung erhalten wurden, und anzunehmen ist, dass von diesen eine etwaige Aenderung der Lage der thermischen Axen abhängt, so würden alsdann jene Formeln zur Entscheidung der Frage nach der Permanenz der thermischen Axen unbrauchbar sein. In der That soll weiterhin gezeigt werden, dass durch Umkehr der Reihenfolge der Temperaturen genau dieselben Gleichungen und folglich dieselben Richtungscosinus wie vorher erhalten werden; diese liefern aber alsdann natürlich die Richtung der thermischen Axen bei der niedrigeren statt bei der höheren Temperatur. Mit anderen Worten: die Formeln geben nur die Lage der thermischen Axen innerhalb einer Winkeldistanz, welche gleich ist der wirklichen Aenderung, die die correspondirenden Krystalllinien durch die

Temperaturänderung erfahren. Da indessen die berechnete Aenderung von 26° 36′ in der Lage der einen der thermischen Axen des Anorthit offenbar weit ausserhalb der Verschiebung irgend welcher Linien im Krystall liegt, scheint dieselbe von irgend einer anderen Ursache, als von der Vernachlässigung der Glieder zweiter Ordnung abhängen zu müssen.

Da es sehr schwierig ist, sich vorzustellen, dass zwei Gerade in einem Krystall bei zwei verschiedenen Temperaturen dieselbe gegenseitige Neigung besitzen und dennoch in den dazwischen liegenden nicht, wollen wir in der folgenden Rechnung zuerst zeigen, dass jene Eigenschaft eine unzweifelhaft für krystallinische Medien charakteristische ist; hierbei werden wir dann die Abweichung für den Fall des zur Illustration der Sache gewählten Minerals und dadurch einen Anhalt über die Grösse der Abweichung im Allgemeinen finden.

Wir wählen hierzu den Quarz aus folgenden Gründen:

1) enthält jeder Schnitt durch die Hauptaxe zwei Gerade, welche für alle Temperaturen zugleich thermische Axen und atropische Linien sind;

2) sind die Ausdehnungscoefficienten nach diesen atropischen Linien von Fizeau mit grosser Genauigkeit bestimmt worden;

3) sind diese Coefficienten sehr verschieden, der eine fast das Doppelte des anderen.

Die Genauigkeit der von Fizeau*) angewandten Methode geht aus der Thatsache hervor, dass zwei mit besonderer Sorgfalt angestellte Versuche, der eine zwölf Monate später, während welcher der Apparat einige hundert Male erwärmt und abgekühlt worden war, für den Ausdehnungscoefficienten in der Richtung der Hauptaxe die Zahlen 0,0000078118 und 0,0000078117 ergaben.

Es mag hier daran erinnert werden, dass Fizeau's Methode nur die Aenderung der Dicke einer Krystallplatte angiebt und nicht die Aenderung in der Länge einer in derselben liegenden Geraden, welche bei der Anfangstemperatur normal zur Ebene der Platte steht. Beide Werthe sind nämlich nur dann identisch, wenn jene Krystalllinie permanent senkrecht zur Platte steht. Wenn h die ursprüngliche Dicke der Platte ist, h' bei der zweiten Temperatur die Länge einer Linie, welche bei der ersten Temperatur normal zur Platte, bei der zweiten gegen die Normale um den Winkel Θ geneigt ist, so beträgt die von Fizeau gemessene Grösse $h' \cos \Theta - h$ und weicht von der wahren Ausdehnung der Krystalllinie, d. h. $h' - h$, um $h'(1 - \cos \Theta)$ ab, einen Werth, der zwar immer klein, in einigen Fällen aber doch merklich ist; wenn z. B. für ein Temperaturintervall von 100° C. die Normale sich um einen Winkel von 10′ dreht,

---

*) Compt. rend. 1868, **66**, 1006.

und dies ist zuweilen der Fall, so würde die Correction des Ausdehnungscoefficienten für dieses Intervall 0,0000042, für 1° C. also 0,000000042 betragen, eine schwerlich zu vernachlässigende Grösse.

Unser Beispiel ist indessen so gewählt, dass diese Schwierigkeit nicht eintritt, indem die Ausdehnungen von Fizeau an Platten bestimmt worden sind, welche normal zu den permanent atropischen Linien sind.

Sei XOZ (Fig. 1, Taf. X) ein Hauptschnitt eines Quarzkrystalls, OZ die Hauptaxe, OX irgend eine dazu senkrechte Gerade, zwei Linien, welche für alle Temperaturen ihre Richtung im Raume behalten; mögen ferner die Längeneinheiten auf OX und OZ bei der Anfangstemperatur t_1 durch die Temperaturänderung bis auf t_2 sich umwandeln in α resp. β; sei $L'N'$ bei der zweiten Temperatur die Lage derjenigen Geraden, welche ursprünglich die Position LN hatte, und seien OP' und OP die entsprechenden Normalen von O aus, so ist:

$$OL' = \alpha OL$$
$$ON' = \beta ON,$$

folglich:

$$\operatorname{tg} P'X = \frac{OL'}{ON'} = \frac{\alpha}{\beta}\frac{OL}{ON} = \frac{\alpha}{\beta} \operatorname{tg} PX. \qquad (1)$$

Ebenso folgt, wenn OQ' und OQ die Normalen zu einer zweiten Ebene bei denselben beiden Temperaturen sind:

$$\operatorname{tg} Q'X = \frac{\alpha}{\beta} \operatorname{tg} QX \qquad (2)$$

und daraus, wenn Winkel $P'Q' = PQ$, d. h. wenn die Ebenen PQ isotropisch sind für die beiden Temperaturen $t_1 t_2$:

$$\operatorname{tg}(Q'X - P'X) = \operatorname{tg}(QX - PX)$$

oder

$$\frac{\frac{\alpha}{\beta}(\operatorname{tg} QX - \operatorname{tg} PX)}{1 + \frac{\alpha^2}{\beta^2}\operatorname{tg} QX \operatorname{tg} PX} = \frac{\operatorname{tg} QX - \operatorname{tg} PX}{1 + \operatorname{tg} QX \operatorname{tg} PX},$$

folglich nach (1):

$$\operatorname{tg} QX = \frac{1}{\frac{\alpha}{\beta}\operatorname{tg} PX} = \operatorname{tg} P'Z \qquad (3)$$

oder

$$QX = P'Z = 90^0 - P'X. \qquad (4)$$

Diese einfache Relation bestimmt die Lage einer Ebene Q, welche für dieses Paar von Temperaturen zu einer gegebenen Ebene P isotropisch ist.

Es ist nunmehr nöthig, den Winkel $P''Q''$ zwischen denselben beiden Ebenen PQ bei einer dritten Temperatur t_3 zu finden.

Wenn die Längeneinheiten auf OX und OZ, gemessen bei t_1, durch

die Temperaturänderung bis t_3 sich verwandeln in a resp. b, so finden wir auf demselben Wege, wie vorher:

$$\operatorname{tg} P''X = \frac{a}{b} \operatorname{tg} PX$$

$$\operatorname{tg} Q''X = \frac{a}{b} \operatorname{tg} QX$$

$$= \frac{a}{b} \frac{\beta}{\alpha} \cot PX \qquad \text{[nach (3)]}$$

und daraus:

$$\frac{\operatorname{tg} Q''P''}{\operatorname{tg} QP} = \frac{\operatorname{tg} (Q''X - P''X)}{\operatorname{tg} (QX - PX)}$$

$$= \frac{\frac{a}{b} \frac{\beta}{\alpha} \cot PX - \frac{a}{b} \operatorname{tg} PX}{1 + \frac{a^2}{b^2} \frac{\beta}{\alpha}} \cdot \frac{1 + \frac{\beta}{\alpha}}{\frac{\beta}{\alpha} \cot PX - \operatorname{tg} PX}$$

$$= \frac{\alpha + \beta}{\alpha \frac{b}{a} + \beta \frac{a}{b}} \quad \text{oder} \quad \frac{ab(\alpha + \beta)}{\alpha b^2 + \beta a^2}, \tag{5}$$

eine Gleichung, die streng gültig ist für jeden Krystalldurchschnitt, in welchem zwei zu einander rechtwinkelige atropische Linien liegen.

Die Ebenen P, Q werden also nicht permanent isotropisch sein, es sei denn, dass $ab(\alpha + \beta) = \alpha b^2 + \beta a^2$ oder $\frac{\alpha}{\beta} = \frac{a}{b}$ für alle Temperaturen — eine Bedingung, der nur genügt wird von solchen Krystallen, in denen α permanent gleich β ist.

Für den Quarz ist nach Fizeau's Messungen*):

$$t_1 = 10^0 \text{ C.}, \quad t_2 = 80^0 \text{ C.}, \quad t_3 = 50^0 \text{ C.},$$
$$\alpha = 1{,}00100163$$
$$\beta = 1{,}000552895$$
$$a = 1{,}00055808$$
$$b = 1{,}00030532$$

woraus, wenn P, Q zwei für die Temperaturen 10^0 und 80^0 C. isotropische Ebenen sind, der Winkel zwischen denselben für 50^0 C. sich ergiebt mittelst der Gleichung:

$$\frac{\operatorname{tg} Q''P''}{\operatorname{tg} QP} = \frac{ab(\alpha + \beta)}{\alpha b^2 + \beta a^2} = 1{,}00000002473$$

oder, bis auf die zweite Ordnung der kleinen Grössen:

$$Q''P'' - QP = 0{,}000000012365 \sin 2QP. \tag{6}$$

*) Compt. rend. 1866, **62**, 1145.

Hiernach wird die Variation des Winkels PQ $\frac{1}{100}$ Secunde nicht überschreiten.

Wenn $\alpha = 1 + m$, $\beta = 1 + n$, $a = 1 + d$, $b = 1 + e$, und höhere Potenzen als die Quadrate der kleinen Grössen m, n, d, e vernachlässigt werden, so findet man:

$$\frac{ab(\alpha + \beta)}{\alpha b^2 + \beta a^2} = 1 + \frac{(d - e)(m - n - d + e)}{2}$$

und ebenso mit dem gleichen Grade der Annäherung:

$$Q''P'' - QP = (d - e)(m - n - d + e)\frac{\sin 2QP}{4}. \qquad (7)$$

Durch Substitution der obigen Werthe von m, n, d, e ergiebt sich

$$Q''P'' - QP = 0{,}0000000012384 \sin 2QP, \qquad (8)$$

d. i. wesentlich das gleiche Resultat wie vorher.

Ferner haben wir nach Gleichung (1) für die intermediäre Temperatur t_3

$$\operatorname{tg} P''X = \frac{a}{b} \operatorname{tg} PX$$

und folglich

$$\operatorname{tg} P''P = \operatorname{tg}(P''X - PX) = \frac{\frac{a}{b}\operatorname{tg} PX - \operatorname{tg} PX}{1 + \operatorname{tg} P''X \operatorname{tg} PX}$$

und mit Vernachlässigung der kleinen Grössen zweiter Ordnung:

$$P''P = \frac{(a - b)}{2} \sin 2PX. \qquad (9)$$

Nimmt man z. B. $PX = 30°$, so findet man auf diesem Wege, dass P durch die Temperaturänderung von 10° bis 50° C. seine Lage um ungefähr 23″ ändert; die Aenderung in der Neigung von P zu Q für jenes Temperaturintervall ist also geringer, als $\frac{1}{9200}$ von der absoluten Ortsveränderung der Pole P und Q.

Nach dem Obigen dürfte es wohl klar sein, dass Gerade isotropisch sein können für ein Paar von Temperaturen, ohne es für andere zu sein; dass ferner, wenn es zwei auf einander senkrechte atropische Linien giebt, eine solche Winkeländerung eine kleine Grösse zweiter Ordnung ist, und dass endlich Gerade für ein Paar von Temperaturen isotropisch sein können und doch keinerlei Anspruch auf Wichtigkeit als Krystallaxen zu haben brauchen.

Erster Theil.

Wie in der früheren Abhandlung bereits erwähnt, werden die Indices einer Fläche, mögen sie rational oder irrational sein oder, was dasselbe ist, mag die Fläche eine natürliche oder eine künstliche sein, durch keine

Temperaturänderung des Krystalls beeinflusst, und muss ebenso das anharmonische Verhältniss von irgend vier natürlichen oder künstlichen, in derselben Zone liegenden Ebenen, da dasselbe eine Function der constanten Indices darstellt*), bei verschiedenen Temperaturen constant bleiben. Von dieser Eigenschaft soll bei den Beweisen der verschiedenen im Folgenden aufgestellten Sätze ausgedehnter Gebrauch gemacht werden; wie im Falle der anharmonischen Verhältnisse selbst sind die entwickelten Formeln gültig, welche auch die relative Lage der Pole der Flächen sei, wenn die in entgegengesetzter Richtung gemessenen Bögen als entgegengesetzt im Zeichen betrachtet werden.

I. Gegeben die Aenderungen der Winkel zwischen drei Flächen einer Zone, gesucht die Drehung einer vierten Fläche der Zone [s. auch V und VI] (Fig. 2).

Mögen die Pole, welche bei der ersten Temperatur a, c, d sind, bei der zweiten nach a', c', d' rücken, und möge gesucht werden die Position P', welche bei der zweiten Temperatur ein Pol einnimmt, dessen Ort bei der ersten P war.

Wegen der Constanz des anharmonischen Verhältnisses haben wir:

$$[c'd'P'a'] = [cdPa]$$

und

$$\frac{\sin P'a' \sin d'c'}{\sin P'c' \sin d'a'} = \frac{\sin Pa \sin dc}{\sin Pc \sin da}.$$

Daraus folgt:

$$\frac{\sin P'a'}{\sin (P'a' - c'a')} = \frac{\sin Pa \sin dc \sin d'a'}{\sin Pc \sin d'c' \sin da}.$$

Wenn

$$\operatorname{tg} \psi = \frac{\sin Pa}{\sin Pc} \frac{\sin dc}{\sin d'c'} \frac{\sin d'a'}{\sin da}$$

und wir setzen diese bekannte Grösse ein, so erhalten wir

$$\operatorname{tg} \left(P'a' - \frac{c'a'}{2}\right) = \operatorname{tg} \frac{c'a'}{2} \cot (\psi - 45^0),$$

eine logarithmische Formel, aus der arc $P'a'$ leicht berechnet werden kann.

II. Gegeben die Aenderungen der Winkel zwischen drei Flächen einer Zone, gesucht die Position einer in derselben Zone liegenden Fläche, welche mit einer der ersteren isotropisch ist.

Wie vorher, seien a, c, d die gegebenen Pole, gesucht ein Pol α, der isotropisch mit a ist.

Wegen der Constanz des anharmonischen Verhältnisses gelten die Gleichungen:

*) W. H. Miller, A Tract. on Cristallogr. 1863, p. 10.

$$[acda] = [a'c'd'a']$$

$$\frac{\sin ac \sin da}{\sin aa \sin dc} = \frac{\sin a'c' \sin d'a'}{\sin a'a' \sin d'c'}.$$

Nach Voraussetzung ist

$$aa = a'a'$$

und also

$$\frac{\sin ac}{\sin a'c'} = \frac{\sin dc}{\sin da} \frac{\sin d'a'}{\sin d'c'}$$

oder

$$\frac{\sin (ac - aa)}{\sin (a'c' - aa)} = \frac{\sin dc}{\sin da} \frac{\sin d'a'}{\sin d'c'}.$$

Setzt man

$$\operatorname{tg} \Phi = \frac{\sin dc}{\sin d'c'} \frac{\sin d'a'}{\sin da}$$

und führt diese bekannte Grösse ein, so erhält man:

$$\operatorname{tg}\left(\frac{a'c' + ac}{2} - aa\right) = \operatorname{tg} \frac{a'c' - ac}{2} \operatorname{tg} (45^0 + \Phi),$$

woraus aa leicht berechnet werden kann.

III. Gesucht eine Relation zwischen irgend zwei Paaren isotropischer Ebenen in derselben Zone.

Wenn a, a, P, Q zwei Paare isotropischer Ebenen sind, so haben wir, wie oben:

$$[aPQa] = [a'P'Q'a']$$

oder

$$\frac{\sin aP \sin Qa}{\sin aa \sin QP} = \frac{\sin a'P' \sin Q'a'}{\sin a'a' \sin Q'P'}$$

und da

$$aa = a'a' \text{ und } QP = Q'P',$$

so ist

$$\frac{\sin a'P'}{\sin aP} = \frac{\sin Qa}{\sin Q'a'}$$

oder

$$\frac{\sin (aP + PP' - aa')}{\sin aP} = \frac{\sin (Q'a' + QQ' - aa')}{\sin Q'a'}.$$

Nun ist aber

$$PP' = QQ' \text{ und } aa' = aa',$$

daher

$$aP = Q'a',$$

d. h. wenn zwei Paare von Ebenen gleichzeitig isotropisch sind, so ist der Winkel zwischen zwei Ebenen, eine von jedem Paare, bei der ersten Temperatur gleich dem Winkel zwischen den anderen beiden Ebenen bei der zweiten Temperatur.

Zusatz. In der ersten Abhandlung wurde durch mechanische Betrachtungen gezeigt, dass für irgend ein Paar von Temperaturen wenigstens ein Paar wirklicher Ebenen atropisch ist.

Sind a, α die Pole eines Paares solcher Ebenen, so wird die soeben gegebene Beziehung:

$$aP = Q'\alpha,$$

d. h. wenn in irgend einem Krystall zwei Flächen isotropisch sind für eine gegebene Temperaturänderung, so ist der Winkel, welchen eine der isotropischen Ebenen bei der ersten Temperatur mit irgend einer der atropischen Flächen einschliesst, gleich dem Winkel, welchen die zweite isotropische Ebene mit der anderen atropischen bei der End-Temperatur bildet.

IV. Wenn zwei senkrecht zur Symmetrieebene eines monosymmetrischen Krystalls stehende Ebenen permanent atropisch sind, behalten keine anderen Ebenen in dieser Zone ihre gegenseitige Neigung bei verschiedenen Temperaturen (Fig. 3).

Seien, wie im vorigen Falle, a, α die permanent atropischen Ebenen und P, Q zwei isotropische Ebenen für ein Paar von Temperaturen, folglich $PQ = P'Q'$ und PP' und QQ'. Nach obigem Zusatz ist $aP = Q'\alpha$; ferner, wenn p, q, S die Halbirungspunkte der Bögen PP', resp. QQ' und $a\alpha$,

$$ap = q\alpha, \quad pq = PQ = P'Q', \quad pS = Sq = \frac{PQ}{2}.$$

Daher sind, wenn der Winkel zwischen den isotropischen Ebenen PQ gegeben ist, die Positionen p, q, d. i. die Mittelpunkte der Bögen PP' und QQ', absolut bestimmt.

Wenn jedoch die Temperatur des Krystalls sich abermals ändert, und die Pole $P'Q'$ die neuen Positionen $P''Q''$ einnehmen, coincidiren offenbar nun die Mittelpunkte der Bögen PP'' und QQ'' nicht mehr mit pq; mit anderen Worten, die Ebenen PQ bewahren nicht weiter ihre gegenseitige Neigung.

V. Zur Berechnung der Ortsänderung eines gegebenen Poles ist die folgende Methode zuweilen bequemer, als die in I angegebene.

Seien a, α die Pole irgend eines Paares isotropischer Ebenen und d, d' die Positionen eines Poles bei den beiden Temperaturen: sind P, P' die entsprechenden Positionen eines vierten Poles, so haben wir, wie oben:

$$[aPd\alpha] = [a'P'd'\alpha']$$

$$\frac{\sin Pa}{\sin P\alpha}\,\frac{\sin d\alpha}{\sin da} = \frac{\sin P'a'}{\sin P'\alpha'}\,\frac{\sin d'\alpha'}{\sin d'a'}$$

oder

$$\frac{\sin Pa \sin P'\alpha'}{\sin P\alpha \sin P'a'} = \frac{\sin da \sin d'\alpha'}{\sin d\alpha \sin d'a'}.$$

Dieser Ausdruck ist daher, so lange wir das gleiche Paar von Temperaturen beibehalten, constant für alle Positionen von P.

Sei

$$P'a' - Pa = P'\alpha' - P\alpha = \Theta,$$

so ist

$$\frac{\sin Pa \sin P'\alpha'}{\sin P\alpha \sin P'a'} = \frac{1 + \operatorname{tg} \Theta \cot P\alpha}{1 + \operatorname{tg} \Theta \cot Pa},$$

folglich

$$\frac{1 + \operatorname{tg} \Theta \cot P\alpha}{1 + \operatorname{tg} \Theta \cot Pa} = 1 + e,$$

wo e eine kleine, von der Temperatur abhängige, aber von P unabhängige Grösse ist.

VI. Gesucht eine angenäherte Formel für die Drehung eines gegebenen Poles P.

Wenn man in der letzten Formel die höheren Potenzen von Θ, als die zweite, vernachlässigt, findet man:

$$(1 + \operatorname{tg} \Theta \cot P\alpha)(1 - \operatorname{tg} \Theta \cot Pa + \operatorname{tg}^2 \Theta \cot^2 Pa) = 1 + e$$

und daraus:

$$\operatorname{tg} \Theta = \frac{e}{\sin \alpha a} \sin Pa \sin P\alpha + \operatorname{tg}^2 \Theta \cot Pa.$$

Wenn mit Θ_1 der erste Näherungswerth von Θ, erhalten durch Vernachlässigung der Glieder zweiter Ordnung $\operatorname{tg}^2 \Theta \cot Pa$, bezeichnet wird, so ist

$$\Theta_1 = k \sin Pa \sin P\alpha,$$

worin $k = \frac{e}{\sin \alpha a}$, also eine kleine, von der Position von P unabhängige Grösse.

Die zweite Approximation ist

$$\Theta_2 = \Theta_1 + \operatorname{tg}^2 \Theta_1 \cot Pa.$$

VII. Bestimmung des Coefficienten k.

Sei φ die Veränderung irgend eines gegebenen Winkels Qa, so ist nach V:

$$1 + e = \frac{1 + \operatorname{tg} \Phi \cot Q\alpha}{1 + \operatorname{tg} \Phi \cot Qa},$$

daher

$$e = \frac{(\cot Q\alpha - \cot Qa) \operatorname{tg} \Phi}{1 + \operatorname{tg} \Phi \cot Qa}$$

und

$$k = \frac{e}{\sin \alpha a} = \frac{\sin \Phi}{\sin Q\alpha \sin (Qa + \Phi)}$$

eine logarithmische Formel, mit deren Hülfe k sehr leicht gefunden werden kann.

VIII. Gesucht der Maximal- und der Minimalwerth des Terms zweiter Ordnung $tg^2 \Theta_1 \cot Pa$.

Diese Bestimmung ist nöthig, um zu entscheiden, ob dieser Ausdruck im Vergleich zu den Beobachtungsfehlern vernachlässigt werden kann oder nicht.

Setzt man $\alpha = 180^0 - \alpha a$, so ist

$$tg^2 \Theta_1 \cot Pa = k^2 \sin^2 Pa \sin^2 (Pa + \alpha) \frac{\cos Pa}{\sin Pa}$$
$$= \frac{k^2}{2} \sin 2 Pa \sin^2 (Pa + \alpha).$$

Der Maximalwerth dieses Ausdruckes kann niemals $\frac{k^2}{2}$ übersteigen.

Wird derselbe nach Pa differentiirt, so erhält man für ein Maximum oder Minimum:

$$2 \cos 2 Pa \sin^2 (Pa + \alpha) + 2 \sin 2 Pa \sin (Pa + \alpha) \cos (Pa + \alpha) = 0$$

oder

$$\sin (Pa + \alpha) \sin (3 Pa + \alpha) = 0.$$

Wenn $\sin (Pa + \alpha) = 0$, so ist die Drehung des Poles absolut Null.

Aus $\sin (3 Pa + \alpha) = 0$ folgt:

$$Pa = \frac{\alpha a}{3}, \quad \frac{\alpha a}{3} + 60^0, \quad \text{oder} \quad \frac{\alpha a}{3} + 120^0.$$

Die entsprechenden Werthe des obigen Ausdruckes sind:

$$\frac{k^2}{2} \sin^3 \tfrac{2}{3} \alpha a, \quad \frac{k^2}{2} \sin^3 \left(\frac{2 \alpha a}{3} + 120^0\right), \quad \frac{k^2}{2} \sin^3 \left(\frac{2 \alpha a}{3} - 120^0\right).$$

IX. Gesucht die Richtungen der grössten und kleinsten Ausdehnung in einer gegebenen Zone eines Krystalls.

Sei Θ die gemeinschaftliche Verschiebung irgend zweier isotropischer Pole PQ in der betreffenden Zone, so ergiebt sich aus V:

$$tg \Theta = \frac{e}{\cot Pa - (1 + e) \cot P\alpha} = \frac{e}{\cot Qa - (1 + e) \cot Q\alpha}$$

und daraus

$$\frac{\sin Pa \sin Q\alpha}{\sin P\alpha \sin Qa} = 1 + e,$$

eine Gleichung, welche in eine logarithmische Formel umgewandelt werden kann, um die zu P isotropische Ebene Q zu bestimmen, wenn a, α, e und P gegeben sind.

Wenn die isotropischen Ebenen rechtwinkelig zu einander sind, wie es der Fall ist, wenn ihre Durchschnitte mit der Zonenebene die Richtungen der grössten und kleinsten Ausdehnung sind, so ist:

$$Qa = Pa + 90^0$$
$$Q\alpha = P\alpha + 90^0$$

und die obige Gleichung wird:

$$\frac{\sin 2Pa}{\sin 2Pa} = 1 + e,$$

folglich

$$\operatorname{tg}(2Pa - aa) = \left(1 + \frac{2}{e}\right) \operatorname{tg} aa,$$

woraus zwei Positionen von P abzuleiten sind.

X. Wenn die atropischen Ebenen permanent sind und zwei andere Ebenen isotropisch sind für ein gegebenes Paar von Temperaturen, so wird die Aenderung in der gegenseitigen Neigung der letzteren bei anderen Temperaturen gesucht.

Sind Θ und Φ die Ortsveränderungen von P, resp. Q für eine durch die obige Grösse e bestimmte Temperaturänderung, so hat man, wie früher:

$$\operatorname{tg} \Theta = \frac{e}{\cot Pa - (1 + e) \cot Pa}$$

$$\operatorname{tg} \Phi = \frac{e}{\cot Qa - (1 + e) \cot Qa},$$

demnach

$$\operatorname{tg}(\Theta - \Phi) = e \frac{\cot Qa - \cot Pa - (1 + e)(\cot Qa - \cot Pa)}{e^2 + [\cot Pa - (1 + e) \cot Pa][\cot Qa - (1 + e) \cot Qa]}.$$

Wenn die Ebenen P, Q isotropisch sind für eine Temperaturänderung, welche durch die kleine, e entsprechende Grösse f bestimmt ist, so folgt genau auf demselben Wege:

$$\cot Qa - \cot Pa - (1 + f)(\cot Qa - \cot Pa) = 0.$$

Durch Substitution in obigen Werth von $(\Theta - \Phi)$ erhält man:

$$\operatorname{tg}(\Theta - \Phi) = \frac{e(f - e)(\cot Qa - \cot Pa)}{e^2 + [\cot Pa - (1 + e) \cot Pa][\cot Qa - (1 + e) \cot Qa]}$$

und bis auf die zweite Ordnung der kleinen Grössen:

$$\operatorname{tg}(\Theta - \Phi) = e(f - e) \frac{e(f - e)(\cot Qa - \cot Pa)}{[\cot Pa - \cot Pa][\cot Qa - \cot Qa]}$$

$$= e(f - e) \frac{\sin PQ \sin Pa \sin Qa}{\sin^2 aa}.$$

Ausgenommen, wenn aa sehr klein und mit e und f vergleichbar ist, stellt die Aenderung der Neigung von $P:Q$ eine kleine Grösse zweiter Ordnung dar.

XI. Es ist nunmehr die Einwirkung der Vernachlässigung der Quadrate der kleinen Grössen zu untersuchen.

a. Es wurde bereits in VI gezeigt, dass die Ortsveränderung irgend eines Poles P in diesem Falle gegeben ist durch die Gleichung

$$\Theta = k \sin Pa \sin P\alpha,$$

wo k eine kleine, von der Position von P unabhängige Grösse.

b. Wenn γ, δ die Veränderungen der Bögen ac, ad sind, so gilt:

$$\gamma = k \sin ca \ \sin (a\alpha - ac)$$
$$\delta = k \sin da \ \sin (a\alpha - ad),$$

woraus sowohl $a\alpha$ als k bestimmt werden können. Praktisch ist es indess ebenso leicht, die strengen Formeln (s. II und VII) zu benutzen.

c. Aus der Symmetrie des Ausdruckes $k \sin Pa \sin P\alpha$ in Bezug auf a und α ergiebt sich unmittelbar, dass irgend zwei von a resp. α äquidistante Pole, welche in dem Bogen $a\alpha$ liegen, isotropisch sind.

d. Im speciellen Falle sind die Richtungen der grössten und kleinsten Ausdehnung unter einem Winkel von 45° nach entgegengesetzter Richtung zur Bisectrix des Bogens $a\alpha$ geneigt und haben demnach unveränderliche Richtung im Raume bei allen Temperaturen, wenn die Ebenen $a\alpha$ selbst in ihrer Lage permanent sind. Da die momentan mit ihnen coincidirenden Krystalllinien in Bewegung sind, können die letzteren nicht die Eigenschaft behalten, Richtungen der grössten und kleinsten Ausdehnung zu sein (siehe die frühere Abhandlung).

e. Wenn Θ und Φ die Veränderungen der Bögen Pa und Qa für dieselbe Temperaturänderung sind, so ist

$$\frac{\Theta}{\Phi} = \frac{\sin Pa \sin P\alpha}{\sin Qa \sin Q\alpha}.$$

Wenn daher die Flächen $a\alpha$ permanent isotropisch sind, behält das Wachsthum irgend eines Bogens Pa ein constantes Verhältniss zu demjenigen irgend eines anderen Bogens Qa für alle Temperaturen.

f. Wenn P, p irgend zwei auf einander rechtwinkelige Ebenen sind und Θ, Θ' die bezüglichen Aenderungen der Bögen Pa, pa, so ist

$$\Theta + \Theta' = k\,[\sin Pa \sin P\alpha + \sin pa \sin p\alpha] = k \cos a\alpha,$$

d. h. $\Theta + \Theta'$ constant für alle Positionen von P und p.

Wenn Φ, Φ' die entsprechenden Aenderungen für zwei andere rectanguläre Ebenen Q, q, so ist, wie vorher, $\Phi + \Phi' = k \cos a\alpha$, folglich $\Theta - \Phi = -(\Theta' - \Phi')$; d. h. das Wachsthum des Winkels zwischen irgend zwei Ebenen P, Q ist gleich der Abnahme des Winkels zwischen den dazu senkrechten Ebenen.

XII. Die Bewegung der Flächennormale OP ist ganz verschieden von derjenigen der Krystalllinie OP (Fig. 4).

Es kann sehr leicht durch Missverständniss die Annahme entstehen, dass die Formel $\Theta = k \sin Pa \sin P\alpha$ die Ortsveränderung der Krystalllinie OP angebe. Dass dies in der That nicht der Fall ist, ergiebt sich aus Folgendem:

Möge der Pol P bei der zweiten Temperatur die Position P' auf dem Projectionskreise annehmen, und der Punkt P die Position p' auf der Ellipse: die Normale OP wird somit zur Normalen OP', aber die Krystalllinie OP wird zur Krystalllinie Op'; ferner wird die Tangentialebene an den Kreis bei P, deren Normale demnach OP ist, zur Tangentialebene an die Ellipse bei p', zu welcher der Radiusvector Op' nur dann normal steht, wenn p' sich am Ende einer Hauptaxe befindet.

Die Differenz zwischen der Bewegung der Flächennormale OP und der Krystalllinie OP kann auf folgende Art gefunden werden:

Sei Q ein um 90^0 von P abstehender Pol, so dass $Qa = Pa + 90^0$ und $Q\alpha = P\alpha + 90^0$, sei ferner Q' der neue Ort des Poles Q, so ist nach VI:

$$Q'OQ = k \sin Qa \sin Q\alpha = k \cos Pa \cos P\alpha.$$

Nun wird die den Kreis bei Q tangirende und folglich OP parallele Krystalllinie RQ zur Tangente $r'q'$ an der Ellipse und wird parallel der Kreistangente bei Q'; da parallele Linien eines Krystalls sich um den gleichen Winkel drehen, so muss sich die Krystalllinie OP um ebenso viel drehen, wie die Tangente am Kreise bei Q, d. h. um den Winkel $k \cos Pa \cos P\alpha$. Die Differenz der Bewegung der Normalen OP und des Radius OP beträgt daher:

$$k \sin Pa \sin P\alpha - k \cos Pa \cos P\alpha,$$

oder

$$-k \cos (Pa + P\alpha);$$

welcher Werth nur dann verschwindet, wenn

$$Pa + P\alpha = (2n + 1) \frac{\pi}{2},$$

d. h. wenn OP eine Linie grösster oder kleinster Ausdehnung ist (s. XI, d).

XIII. Gesucht ein physikalischer Ausdruck für die Grösse k (Fig. 5).

Es wurde bereits gezeigt, dass in der Formel $\Theta = k \sin Pa \sin P\alpha$, a und α zwei isotropische Pole sind; es soll nun nachgewiesen werden, dass der Coefficient k, in Bogenmaass ausgedrückt, gleich ist der Differenz des grössten und kleinsten Ausdehnungscoefficienten der in der Zonenebene liegenden Krystalllinien.

Seien Oa und $O\alpha$ die Normalen eines Paares isotropischer Ebenen a, α, und seien OL, OM, OL', OM' die Positionen der Krystalllinien der grössten und kleinsten Ausdehnung bei den beiden Temperaturen. Wenn OP, OP' die Normalen zu LM, $L'M'$, und δ, δ_1 die Ausdehnungscoefficienten der Linien OL und OM, so ist:

$$\frac{OL'}{OL} = (1 + \delta), \quad \frac{OM'}{OM} = (1 + \delta_1),$$

folglich

$$\frac{\text{tg } P'OL'}{\text{tg } POL} = \frac{1+\delta}{1+\delta_1}.$$

Da nach IX die Lage von L und nach I der Bogen $L'a'$ bis zu jedem Grade der Genauigkeit berechnet werden kann, und ebenso der jedem bekannten Bogen Pa entsprechende Bogen $P'a'$, so kann aus der Gleichung

$$\frac{1+\delta}{1+\delta_1} = \frac{\text{tg}(P'a' - L'a')}{\text{tg}(Pa - La)}$$

das Verhältniss $\frac{1+\delta}{1+\delta_1}$ ebenfalls mit jedem Grade von Präcision abgeleitet werden.

Unter Vernachlässigung der Quadrate der kleinen Grössen ist

$$\text{tg } P'OL' - \text{tg } POL = (\delta - \delta_1) \text{ tg } POL$$

oder, mit demselben Grade von Annäherung:

$$P'OL' - POL \doteq (\delta - \delta_1) \sin POL \cos POL.$$

Da

$$P'OL' - POL = P'OP - L'OL,$$

kann die Gleichung auch folgendermassen geschrieben werden:

(A) $$P'OP - L'OL = (\delta - \delta_1) \sin POL \cos POL.$$

Nach der obigen Formel (VI):

$$P'OP = k \sin Pa \sin P\alpha = \frac{k}{2}[\cos a\alpha - \cos(Pa + P\alpha)].$$

Nach XII ist die Bewegung der Krystalllinie OL dieselbe, wie die der Flächennormale OL, wenn OL eine Richtung grösster oder kleinster Ausdehnung ist. Daher ist:

$$L'OL = k \sin La \sin L\alpha = \frac{k}{2}[\cos a\alpha - \cos(La + L\alpha)]$$

und

$$P'OP - L'OL = \frac{k}{2}[\cos(La + L\alpha) - \cos(Pa + P\alpha)]$$

$$= k \sin \frac{Pa - La + P\alpha - L\alpha}{2} \sin \frac{Pa + La + P\alpha + L\alpha}{2}$$

$$= k \sin PL \sin(PL + La + L\alpha).$$

Da aber nach XI d:

$$\sin(La + L\alpha) = \pm 1$$

so ist

(B) $$P'OP - L'OL = \pm k \sin PL \cos PL.$$

Setzt man die beiden durch (A) und (B) gegebenen Werthe einander gleich, so findet man, dass $k = \pm(\delta - \delta_1)$ und somit unabhängig ist von dem speciellen Paar in der Formel $\Theta = k \sin Pa \sin P\alpha$ verwendeter isotropischer Pole. Das positive oder negative Zeichen gilt, je nachdem

$\sin(La + La) = +1$ oder $= -1$, wenn OL die Axe ist, deren Ausdehnungscoefficient $= \delta$.

XIV. **Gesucht der Ausdehnungscoeffient Δ einer gegen die Richtung der grössten oder kleinsten Ausdehnung unter dem Winkel Θ geneigten Linie OP** (Fig. 5).

Seien δ, δ_1 die Ausdehnungscoefficienten OL, OM, und der gesuchte Ausdehnungscoefficient der von OP, wenn $POL = \Theta$.

Wenn $P'N'$, $N'O$ die rechtwinkeligen Coordinaten von P', dem zweiten Ort von P, bezogen auf die Linien OL', OM', die entsprechenden Lagen der Krystalllinien OL, OM, so ist, wie früher:

$$ON' = (1 + \delta)\, ON = (1 + \delta)\, OP \cos\Theta$$

und

$$PN' = (1 + \delta_1)\, PN = (1 + \delta_1)\, OP \sin\Theta,$$

woraus, unter Vernachlässigung der Quadrate der kleinen Grössen, folgt:

$$OP'^2 = OP^2 (1 + 2\delta \cos^2\Theta + 2\delta_1 \sin^2\Theta)$$

und wenn

$$OP' = (1 + \Delta)\, OP,$$

$$\Delta = \delta \cos^2\Theta + \delta_1 \sin^2\Theta$$

oder

$$\Delta - \delta = (\delta_1 - \delta) \sin^2\Theta.$$

XV. **Es ist die Ausdehnung senkrecht zur Symmetrieebene eines monosymmetrischen Krystalls zu bestimmen** (Fig. 6).

Wenn bm, bm' bei den zwei Temperaturen die Winkeldistanzen eines nicht in der Symmetrieebene liegenden Poles von b sind, so folgt nach XIII aus der Thatsache, dass bh permanent ein Quadrant bleibt, dass, unter Vernachlässigung der Grössen zweiter Ordnung,

$$bm' - bm = (\delta_2 - \Delta) \sin bm \sin mh,$$

worin Δ der Ausdehnungscoefficient von Oh, der Schnittlinie der Zonenebene $[bm]$ mit der Symmetrieebene, und δ_2 der Ausdehnungscoefficient von Ob, der Normalen zur Symmetrieebene.

Wenn Θ die Neigung von Oh zu derjenigen thermischen Axe, deren Ausdehnungscoefficient δ, so ist nach XIV:

$$\Delta - \delta = (\delta_1 - \delta) \sin^2\Theta,$$

folglich

$$\delta_2 - \delta = \frac{bm' - bm}{\sin bm \sin mh} + (\delta_1 - \delta) \sin^2\Theta.$$

Die obigen Formeln sollen nun durch eine praktische Anwendung erläutert werden.

Die einzigen Messungen der Winkel eines monosymmetrischen Krystalls bei verschiedenen Temperaturen, bis auf die neuen Bestimmungen Beckenkamp's, sind die von Mitscherlich, dem Entdecker der Aen-

derung der Krystallwinkel durch die Temperatur, am Gyps angestellten. Aus diesen Messungen hat Neumann die Lage und Ausdehnung der thermischen Axen berechnet, und wir sind also in der Lage, die durch seine Methode erhaltenen Resultate mit den aus den obigen Formeln abgeleiteten direct zu vergleichen.

Figur 7 *a* stellt einen Gypskrystall dar: *b* ist die Spaltungs- und Symmetrieebene (010), mm_1 sind Ebenen des Prismas {110} und ll_1 solche der Form {111}; die Ebene *a*(100), *d*(101), wenn sie vorhanden wären, würden die Kanten mm_1, resp. ll_1 abstumpfen.

In seiner Abhandlung (Abh. d. k. preuss. Akad. zu Berlin 1825, 212) giebt Mitscherlich an, dass bei einer Temperaturzunahme von 100° C. der Winkel zwischen den Ebenen mm_1 um 10′ 50″ stumpfer, derjenige zwischen l und l_1 8′ 25″ stumpfer und der Winkel zwischen den Kanten *da* um 7′ 26″ stumpfer wird.

Es muss bemerkt werden, dass wir aus den übrigen in derselben Abhandlung mitgetheilten Resultaten schliessen, dass diese Aenderungen nicht direct beobachtet sind, sondern aus den beobachteten Differenzen unter der Annahme berechnet wurden, dass die Winkeländerungen proportional seien den Temperaturänderungen und unabhängig von der absoluten Temperatur, bei welcher die Messungen angestellt worden sind. Vielleicht mag dieser Umstand zum Theil die Differenzen zwischen Mitscherlich's und Beckenkamp's Resultaten verursacht haben.

Mitscherlich giebt keine absoluten Messungen und keine Anfangstemperatur an. Nimmt man die absoluten Werthe, wie sie Neumann bestimmt und in seinen Rechnungen angewendet hat (Poggendorff's Ann. 1833, **27**, 262), für eine Anfangstemperatur von circa 18¾° C. an, so findet man:

Anfangstemperatur (Neumann):	Aenderung (Mitscherlich):	Endtemperatur:
am = 34° 19′	— 5′ 25″	*a′n′* = 34° 13′ 35″
dl = 18 9	— 4 12½	*d′l′* = 18 4 47½
ad = 52 16	— 7 26	*a′d′* = 52 8 34

Die Zone *ml* (Fig. 7 *b*) schneide die Symmetrieebene in dem Pole *c*(001), so ist gesucht der Bogen *ac*.

In dem sphärischen Dreieck *mbl*, in welchem die beiden Seiten *mb*, *bl* und der eingeschlossene Winkel *mbl* oder der Bogen *ad* bekannt sind, findet man für die erste Temperatur *ml* = 49° 0′ 35″,73, für die zweite 48° 56′ 4″,63; ferner den Winkel *mlb* für die erste Temperatur = 59° 55′ 31″,7 und für die zweite = 59° 58′ 44″,5. Da der Winkel *dlc* = *mlb* und in dem rechtwinkeligen Dreieck *cdl* noch *dl* bekannt ist, so folgt daraus *dc* bei der ersten Temperatur = 28° 16′ 37″,2, bei der zweiten = 28° 14′ 20″,8.

Durch Addition erhalten wir:

ac . . . . 80° 32′ 37″,2, *a′c′* . . . 80° 22′ 54″,8.

(a) Gesucht der zu a isotropische Pol α. Nach II haben wir:

$$\operatorname{tg}\Phi = \frac{\sin dc \sin d'a'}{\sin d'c' \sin da} = \frac{\sin 28^0\, 16'\, 37{,}''2 \sin 52^0\, 8'\, 34''}{\sin 28^0\, 14'\, 20{,}''8 \sin 52^0\, 16'\, 0''},$$

daraus folgt

$$\Phi = 44^0\, 59'\, 13{,}''93.$$

Ferner

$$\operatorname{tg}\left(\frac{a'c' + ac}{2} - a\alpha\right) = \operatorname{tg}\frac{a'c' - ac}{2} \operatorname{tg}(45^0 + \Phi),$$

folglich

$$\operatorname{tg}(80^0\, 27'\, 46'' - a\alpha) = - \operatorname{tg} 4'\, 51{,}''2 \operatorname{tg} 89^0\, 59'\, 13{,}''93$$

$$= \frac{\operatorname{tg} 4'\, 51{,}''2}{\operatorname{tg} 46{,}''07}$$

$$= \operatorname{tg} 81^0\, 0'\, 35{,}''7$$

und

$$a\alpha = 161^0\, 28'\, 21{,}''7,$$

wobei der Bogen in positiver Richtung, ac, gemessen ist.

Schliesslich ergiebt sich

$$\alpha = 180^0 - a\alpha = 18^0\, 31'\, 38{,}''3.$$

(b) Vernachlässigt man, wie es Neumann gethan hat, die Quadrate der kleinen Grössen, so können die Positionen der Linien der grössten und kleinsten Ausdehnung nun unmittelbar gefunden werden. Wenn T die zunächst a in dem Bogen $a\alpha$ gelegene Axe darstellt, so ist nach XI, d:

$$aT = \frac{a\alpha}{2} - 45^0$$

$$= 35^0\, 44'\, 10{,}''85;$$

Neumann fand den Werth $35^0\, 46'$.

(c) Wenn δ, δ_1 die Hauptausdehnungscoefficienten sind, war nach XIII:

$$\delta_1 - \delta = k = \frac{\Theta}{\sin Pa \sin P\alpha},$$

da in diesem Falle $\sin(Ta + T\alpha) = -1$.

Wenn P mit c zusammenfällt, findet man:

$$\delta_1 - \delta = \frac{582{,}4 \times \text{Bogenmaass } 1''}{\sin 80^0\, 32'\, 37{,}''2 \sin 80^0\, 55'\, 44{,}''2}$$

$$= 0{,}0028987,$$

wo δ sich auf die zunächst dem Pole a in dem Bogen $a\alpha$ befindliche Axe bezieht. Das Resultat Neumann's ist 0,002892.

Endlich kann nach der unter XV angegebenen Methode, welche Seite 479 noch durch ein Beispiel erläutert werden soll, $\delta_2 - \delta$ berechnet werden.

Um zu bestimmen, bis zu welcher Genauigkeit man unter Vernachlässigung der kleinen Grössen zweiter Ordnung gelangt, sollen noch einige Rechnungen mittelst der genaueren oben angegebenen Formeln ausgeführt werden.

(a) Nach VII haben wir

$$k = \frac{\sin \Phi}{\sin c\alpha \sin (ca + \Phi)},$$

worin wir schreiben können:

$$ca = 80^0\ 32'\ 37''\!,2$$
$$c\alpha = -80\ 55\ 44{,}5$$
$$\Phi = -582''\!,4$$

folglich ist

$$k = 598''\!,18 = 0{,}0029001$$

in Bogenmaass; die frühere, nur angenäherte Rechnung ergab:

$$\delta_1 - \delta = 0{,}0029001.$$

(b) Wenn Θ die Ortsveränderung eines Poles P, so hat man bei Vernachlässigung der kleinen Grössen zweiter Ordnung:

$$\Theta = k \sin Pa \sin P\alpha = k \sin Pa \sin (Pa - \alpha a)$$
$$= k \sin Pa \sin (Pa + \alpha - 180^0)$$
$$= -k \sin Pa \sin (Pa + \alpha),$$

woraus sich im vorliegenden Falle ergiebt:

$$\Theta_1 = -598''\!,18 \sin Pa \sin (Pa + 18^0\ 31'\ 38''\!,3).$$

Die folgende Tabelle zeigt die Verschiebungen in verschiedenen Theilen der Zone durch Angabe der Werthe von Θ für Pole von 10^0 zu 10^0 von a abstehend:

Pa	Θ_1''	Pa	Θ_1''	Pa	Θ_1''
10°	— 49,61	70°	— 561,92	130°	— 239,24
20	— 127,44	80	— 582,58	140	— 140,75
30	— 224,10	90	— 567,18	150	— 59,49
40	— 327,94	100	— 517,57	160	— 5,26
50	— 426,43	110	— 439,74	170	+ 15,40
60	— 507,69	120	— 343,08	180	0

Vielleicht treten die Winkeländerungen in verschiedenen Theilen der Zone noch klarer hervor, wenn man die Differenzen der obigen Werthe nimmt und so die Aenderung einer Reihe von Bögen findet, deren jeder ursprünglich die Länge 10^0 hatte. So erhält man (immer noch mit Vernachlässigung der Quadrate der kleinen Grössen):

Bogen:	Aenderung:	Bogen:	Aenderung:
0°—10°	— 49,"61	90°—100°	+ 49,"61
10 —20	— 77,83	100 —110	+ 77,83
20 —30	— 96,66	110 —120	+ 96,66
30 —40	— 103,84	120 —130	+ 103,84
40 —50	— 98,49	130 —140	+ 98,49
50 —60	— 81,26	140 —150	+ 81,26
60 —70	— 54,23	150 —160	+ 54,23
70 —80	— 20,66	160 —170	+ 20,66
80 —90	+ 15,40	170 —180	— 15,40

Diese Tabelle dient zugleich als numerisches Beispiel von XI f; daselbst wurde nämlich nachgewiesen, dass bei dieser Annäherung die Werthe der 2. und 4. Columne gleich und entgegengesetzt sind.

Um zum nächsten Grade der Approximation vorzuschreiten, muss man die Werthe des Ausdruckes $tg^2\, \Theta_1 \cot Pa$ berechnen und in die Formel

$$\Theta_2 = \Theta_1 + tg^2\, \Theta_1 \cot Pa$$

einsetzen. Diese Werthe, für je 10° berechnet, sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

Pa	$tg^2\, \Theta_1 \cot Pa$	Pa	$tg^2\, \Theta_1 \cot Pa$	Pa	$tg^2\, \Theta_1 \cot Pa$
10°	+ 0,"07	70°	+ 0,"56	130°	— 0,"23
20	+ 0,22	80	+ 0,29	140	— 0,11
30	+ 0,42	90	0	150	— 0,03
40	+ 0,62	100	— 0,23	160	0
50	+ 0,74	110	— 0,34	170	— 0,01
60	+ 0,72	120	— 0,33	180	0

Der Ausdruck hat somit ein positives Maximum für einen Pol zwischen 50° und 60°, negative für Pole zwischen 110° und 120° und zwischen 160° und 180°; das grösste dieser Maxima ist das zuerst aufgeführte.

Nach VIII ergeben sich die genauen Distanzen dieser Pole von *a* folgendermassen:

53° 49′ 27,"2, 113° 49′ 27,"2, 173° 49′ 27,"2

und der Werth des grössten Maximum:

$$\frac{k^2}{2} \sin^3 107^\circ\, 38'\, 54,''4 = 0,''80.$$

Der zweite Ausdruck in der Formel erreicht somit einen Maximalwerth von nur 4/5 Secunden und überschreitet eine halbe Secunde nur für Pole, welche in dem kleinen Bogen von 35°—70°, von *a* an gerechnet, gelegen sind. Derselbe kann also, wenigstens im vorliegenden Falle, im Vergleich mit den Beobachtungsfehlern, vernachlässigt werden.

Gesucht die genauen Lagen der Linien grösster und kleinster Ausdehnung unter der Annahme, dass die Winkeländerungen absolut genau seien.

Nach Seite 475 ist

$$\frac{e}{\sin aa} = k = 0{,}0029001,$$

folglich

$$\frac{2}{e} = 2170{,}332.$$

Wenn T die a zunächst liegende Haupt-Ausdehnungsrichtung, so ist nach IX:

$$\operatorname{tg}(2Ta - aa) = \left(1 + \frac{2}{e}\right) \operatorname{tg} aa = 2171{,}332 \operatorname{tg} aa,$$

folglich

$$2Ta - aa + 90^0 = 283''{,}46$$

und

$$Ta = 35^0\, 46'\, 32''{,}58.$$

Um die Genauigkeit der Formel zu bestimmen, sollen die relativen Bewegungen von T resp. T' in Bezug auf a berechnet werden.

a. Für die Bewegung von T:

$$\begin{aligned} \Theta_1 &= -\,598''{,}18 \sin 35^0\, 46'\, 32''{,}58 \sin(35^0\, 46'\, 32''{,}58 + 18^0\, 31'\, 38''{,}3) \\ &= -\,284''{,}000 \\ \Theta_2 - \Theta_1 &= \operatorname{tg}^2 \Theta_1 \cot Ta \\ &= +\,0''{,}54266 \end{aligned}$$

wonach die Bewegung von T, bis auf die zweite Ordnung der kleinen Grössen genau, beträgt $283''{,}457$.

b. Für die Bewegung von T_1:

$$\begin{aligned} \Theta_1 &= -\,598''{,}18 \sin 125^0\, 46'\, 32''{,}58 \sin(125^0\, 46'\, 32''{,}58 + 18^0\, 31'\, 38''{,}3) \\ &= -\,283''{,}178 \\ \Theta_2 - \Theta_1 &= \operatorname{tg}^2 \Theta_1 \cot T_1 a = -\,0''{,}28014 \end{aligned}$$

wonach die Bewegung von T_1, bis zur zweiten Ordnung der kleinen Grössen, $= 283''{,}458$. T und T_1 sind daher isotropisch und bilden bei beiden Temperaturen einen Winkel von 90^0 mit einander.

Es mag noch bemerkt werden, dass die oben abgeleiteten Werthe sehr gut mit IV übereinstimmen, wonach der von T beschriebene Bogen genau 45^0 von dem Halbirungspunkte des Bogens aa abstehen muss.

Zwei Ebenen seien bei der ersten Temperatur senkrecht zu einander, aber zu den thermischen Axen unter einem Winkel von 1^0 geneigt (s. VI); gesucht die Aenderung ihrer gegenseitigen Neigung bei der zweiten Temperatur.

Wenn P, Q die beiden Ebenen, so ist:

$$Pa = 36^0\, 46'\, 32''{,}58, \quad Qa = Pa + 90^0.$$

a. Für die Bewegung von P gilt:

$$\Theta_1 = -598{,}''18 \sin 36^0\, 46'\, 32{,}''58 \sin 55^0\, 18'\, 10{,}''88$$
$$= -294{,}''438,$$
$$\mathrm{tg}^2\, \Theta_1 \cot Pa = +0{,}''56080$$

woraus die Bewegung von P sich ergiebt zu — 293,''877.

b. Für die Bewegung von Q:

$$\Theta_1 = -598{,}''18 \sin 126^0\, 46'\, 32{,}''58 \sin 145^0\, 18'\, 10{,}''88$$
$$= -272{,}''740$$
$$\mathrm{tg}^2\, \Theta_1 \cos Qa = -0{,}''26955$$

daraus folgt, dass die Bewegung von Q = 273,''010 und die Aenderung der Neigung von $P:Q$ nur 20,''867.

Wenn wir also durch Probe ein Paar Ebenen finden wollen, von denen sich durch directe Messungen nachweisen lässt, dass der Winkel zwischen ihnen seine Rechtwinkeligkeit behält, so führt ein Fehler von 1'' in der Messung zu einem möglichen Fehler von $\frac{3600}{20.867} = 172{,}''52$ in der Bestimmung der Lage der beiden Ebenen in Bezug auf die gegebene Ebene a.

Für eine gegen a um den anfänglichen Winkel von 1° geneigte Ebene (s. VI) wird die Bewegung in Bezug auf die Ebene a gesucht.

In diesem Falle ist

$$\Theta_1 = -598{,}''18 \sin 1^0 \sin 19^0\, 31'\, 38{,}''3$$
$$= -3{,}''4895$$

und

$$\mathrm{tg}^2\, \Theta_1 \cot Pa = 0.$$

Die Bewegung in Bezug auf a ist also nur — 3,''4895. Wenn daher eine Ebene a gegeben und eine andere α gesucht ist, von welcher durch directe Messungen nachgewiesen werden kann, dass sie bei beiden Temperaturen gegen a gleich geneigt ist, so führt ein Beobachtungsfehler von einer Secunde in der Messung des Winkels zwischen den Ebenen zu einem möglichen Fehler von $\frac{3600}{3{,}4895} = 1031{,}''7$ in der Bestimmung der isotropischen Ebene α.

Die beiden letzten Zahlenbeispiele zeigen, wie schwierig es ist, durch directe Messungen zu bestimmen, ob zwei Ebenen absolut oder nur angenähert mit isotropischen übereinstimmen, mit anderen Worten, ob zwei Ebenen permanent isotropisch sind oder nicht.

Bestimmung der Ausdehnung δ_2 senkrecht zur Symmetrieebene (s. XV).

Da $aT = 35^0\, 46'\, 32{,}''58$, so ist die Ausdehnung $\varDelta$ in der Richtung Oa gegeben durch:

$$\Delta - \delta = (\delta_1 - \delta) \sin^2 35^0\ 46'\ 32{,}''58 \text{ (s. XIV)},$$

daher

$$\delta_1 - \delta = 0{,}0029001,$$

folglich

$$\Delta - \delta = +\,0{,}000991177$$

und nach XIII:

$$\delta_2 - \Delta = \frac{2\,(bm' - bm)}{\sin 2bm}.$$

Nach S. 473 ist $bm' - bm = 5'\ 25''$

$$bm = 55^0\ 41'$$

daher $\delta_2 - \Delta = +\ 0{,}0033839$

und $\delta_2 - \delta = 0{,}0043757$;

Neumann's Resultat ist 0,004371.

Mit Ausnahme der Sätze unter IV und XV, welche erfordern, dass die Zonenebene eine Symmetrieebene sei, sind alle mitgetheilten Formeln gültig nicht allein für Flächen senkrecht zu einer Symmetrieebene, sondern für jede Krystallzone, welchem Systeme auch der Krystall angehöre; offenbar sind jedoch die Richtungen der grössten und kleinsten Ausdehnung für Linien, welche in der gegebenen Zonenebene liegen, keine anderen als die Hauptausdehnungsrichtungen des ganzen Krystalls, wenn die Ebene der Zone diejenige der Symmetrie ist.

Zweiter Theil.

Obgleich wir so bis jedem Grade von Genauigkeit die isotropischen Ebenen und die Maximal- und Minimal-Ausdehnungen für Linien finden können, welche in irgend einer Zonenebene eines asymmetrischen Krystalls liegen, und somit auch die Lage und relative Grösse der Hauptaxen des Durchschnittes der gegebenen Zonenebene durch das Ellipsoid, so kann doch die obige Methode nicht gut ausgedehnt werden auf die Berechnung der Richtungen und der relativen Grössen der drei Hauptausdehnungen des Krystalls.

Es soll demgemäss das Problem noch auf einem ganz anderen Wege gelöst werden, und um der Entwickelung nach drei Dimensionen leichter folgen zu können, wird zuerst der Fall eines monosymmetrischen Krystalls genommen werden, wobei sich zur Berechnung der thermischen Axen direct aus den Parametern selbst auffallend einfache Formeln ergeben.

Seien bei der ersten Temperatur OA, OB, OC die krystallographischen Axen, deren Länge mit A, B, C bezeichnet wird, und, wie üblich, OB die Normale zu der die beiden Axen OA und OC enthaltenden Symmetrieebene. OB' bei der zweiten Temperatur wird mit OB in der Richtung zusammenfallen, wird aber dann die Länge B' besitzen, während die Axen

OA und OC die neuen Richtungen OA' und OC' und die neuen Längen A' und C' erhalten.

Die Messungen der Winkel eines Krystalls bei zwei verschiedenen Temperaturen kann nur die relativen, keine absoluten Veränderungen der Linien eines Krystalls liefern, und ohne eine Berechnung dieser relativen Stellungen zu versuchen, wollen wir uns vorstellen, der Krystall werde bei der zweiten Temperatur um OB gedreht, bis OC' in seiner Richtung mit OC zusammenfällt. Wenn es später nothwendig werden sollte, die absoluten Verschiebungen einer Linie zu berechnen, so wird diese imaginäre Rotation der Linie mit sammt dem ganzen Krystall zusammengesetzt werden mit der relativen Verschiebung, welche jetzt berechnet werden soll. Bis dahin wird diese Drehung des ganzen Krystalls unberücksichtigt gelassen.

Es wird passend sein, zuerst aus den Aenderungen der Linien OA und OC die entsprechenden Aenderungen einer Linie OX zu berechnen, welche in der Ebene AOC und anfänglich rechtwinkelig zu OC ist (Fig. 8).

Der Winkel AOC soll in der üblichen Weise mit β bezeichnet werden.

1) Seien x, z die Coordinaten eines Punktes P in Bezug auf die rechtwinkeligen Axen OX, OC, und x_1, z_1 die Coordinaten desselben Punktes bezogen auf die schiefwinkeligen Axen OA, OC. Zieht man PN parallel zu CO, so dass OX und OA in N, resp. M geschnitten werden, so ist

$$x = ON, \qquad z = PN$$
$$x_1 = OM, \qquad z_1 = PM$$

daher
$$x = x_1 \sin\beta, \qquad z = z_1 + x_1 \cos\beta$$
und
$$x_1 = \frac{x}{\sin\beta}, \qquad z_1 = z - x \cot\beta \qquad (1)$$

2) Bei der zweiten Temperatur verwandeln sich OA, OC in OA', resp. OC', während β zu β' und OP zu OP' wird. Wenn, wie vorher, eine Gerade $P'M'$ parallel zu OC' oder OC gezogen wird, so ist, weil parallele Linien oder Theile derselben Linie ihr Längenverhältniss bei Temperaturänderungen des Krystalls beibehalten,

$$\frac{OM'}{OM} = \frac{OA'}{OA} = \frac{A'}{A}$$
$$\frac{P'M'}{PM} = \frac{OC'}{OC} = \frac{C'}{C},$$

daher, wenn ξ_1, ζ_1 die Coordinaten OM', $P'M'$ von P' in Bezug auf die Axen OA' und OC',

$$\xi_1 = \frac{A'}{A} OM = \frac{A'}{A} \frac{x}{\sin\beta}$$
$$\zeta_1 = \frac{C'}{C} PM = \frac{C'}{C} (z - x\cot\beta).$$

3) Wenn ferner ξ und ζ die Coordinaten von P' sind, bezogen auf die ursprünglichen rechtwinkeligen Axen OX, OC, so hat man, genau wie in Gleichung I:

$$\xi = \xi_1 \sin \beta'$$
$$\zeta = \zeta_1 + \xi_1 \cos \beta'$$

und ξ, ζ, die rechtwinkeligen Coordinaten von P', sind auf x, z, die rechtwinkeligen Coordinaten von P, bezogen durch die Gleichungen:

$$\left.\begin{aligned} \xi &= x \frac{A'}{A} \frac{\sin \beta'}{\sin \beta} \\ \zeta &= x \frac{A'}{A} \frac{\cos \beta'}{\sin \beta} + z \frac{C'}{C} - x \frac{C'}{C} \cot \beta \end{aligned}\right\}. \qquad \text{(II)}$$

4) Seien P und R die Ausdehnungen der Längeneinheiten in den Richtungen OX, OC, und sei E der Drehungswinkel der Krystalllinie OX für die gegebene Temperaturänderung, so ist:

$$R = \frac{C'}{C} - 1.$$

Für den Punkt X haben wir, wenn $x = OX$ und $z = 0$ gesetzt wird, nach Gleichung II:

$$P = \frac{OX'}{OX} - 1 = \frac{A'}{A} \frac{\sin \beta'}{\sin \beta} - 1 \qquad \text{(III)}$$

und unter Vernachlässigung der kleinen Grössen zweiter Ordnung:

$$E = \frac{XX'}{OX} = \frac{A'}{A} \frac{\cos \beta'}{\sin \beta} - \frac{C'}{C} \frac{\cos \beta}{\sin \beta}.$$

5) Auf genau demselben Wege, auf welchem die Beziehungen der rechtwinkeligen Coordinaten ξ, ζ irgend eines Punktes bei der zweiten Temperatur zu denjenigen desselben Punktes bei der ersten Temperatur gefunden wurden als Function der Krystalllinien OA, OC und des Winkels AOC, ergeben sich diese Coordinaten auch ausgedrückt durch die Aenderungen der Krystalllinien OX, OC und des Winkels XOC; in der That hat man weiter Nichts nöthig, als in den Gleichungen (II) $\frac{OX'}{OX}$ für $\frac{OA'}{OA}$, XOC für AOC und $X'OC$ für $A'OC$ zu schreiben. Dieselben Relationen können auch bestimmt werden, indem man in die Gleichungen (II) die Werthe der durch die Gleichungen (III) gegebenen Coefficienten einsetzt.

So erhält man, unter Vernachlässigung der Quadrate der kleinen Grössen:

$$\left.\begin{aligned} \xi &= (1 + P)\, x \\ \zeta &= (1 + R)\, z + Ex \end{aligned}\right\} \qquad \text{(IV)}$$

oder umgekehrt:

$$\left.\begin{aligned} x &= (1 - P)\, \xi \\ z &= (1 - R)\, \zeta - E\xi \end{aligned}\right\}. \qquad \text{(V)}$$

6) Eine Formel für die Bestimmung der Linien der grössten und kleinsten Ausdehnung kann nun auf jedem der folgenden Wege gefunden werden:

Erste Methode. Seien ψ, ψ' die Neigungen derselben Krystalllinie OP, OP' zu der Linie OX bei den beiden Temperaturen; dann ist, nach den Gleichungen (IV):

$$\operatorname{tg} \psi' = \frac{\zeta}{\xi} = \frac{(1+R)\,z + Ex}{(1+P)\,x} = (1 + R - P) \operatorname{tg} \psi + E,$$

folglich

$$\operatorname{tg} \psi' - \operatorname{tg} \psi = (R - P) \operatorname{tg} \psi + E$$

und, ebenfalls unter Vernachlässigung der Quadrate kleiner Grössen:

$$\psi' - \psi = (R - P) \sin \psi \cos \psi + E \cos^2 \psi.$$

Für die Normale zu OP, wo $\psi_1 = \psi + \frac{\pi}{2}$, haben wir:

$$\psi_1' - \psi_1 = -(R - P) \sin \psi \cos \psi + E \sin^2 \psi.$$

Wenn die Linien isotropisch sind, ergiebt sich daher durch Gleichsetzung der obigen Werthe:

$$\operatorname{tg} 2\psi = \frac{E}{P - R}. \tag{VI}$$

Zweite Methode. Aus Gleichung (V) ist ersichtlich, dass der Kreis $x^2 + z^2 = 1$ sich umwandelt in die Ellipse:

$$(1 - 2P)\,\xi^2 - 2E\xi\zeta + (1 - 2R)\,\zeta^2 = 1,$$

woraus durch die gewöhnliche Formel, wenn ψ und $\psi + \frac{\pi}{2}$ die Neigungen der Axen der Ellipse zur Axe OX, folgt, wie vorher:

$$\operatorname{tg} 2\psi = \frac{E}{P - R}.$$

7) Durch Messung der Winkel eines Krystalls werden nicht die absoluten Längen A, B, C, sondern die Verhältnisse $A : B : C$ bestimmt, welche gewöhnlich durch das Symbol $a : 1 : c$ ausgedrückt werden. Wenn die Parameterverhältnisse für die beiden Temperaturen $a : 1 : c$ und $a' : 1 : c'$ sind, so werden wir also haben $A = Ba$, $C = Bc$, und ebenso für die zweite Temperatur: $A' = B'a'$, $C' = B'c'$. Man kann daher, wenn λ der Ausdehnungscoefficient in der Richtung OB und somit $\frac{B'}{B} = (1 + \lambda)$, auch hier die Quadrate der kleinen Grössen vernachlässigend, schreiben:

$$\frac{A'}{A} = (1 + \lambda)\frac{a'}{a} = \frac{a'}{a} + \lambda$$

$$\frac{C'}{C} = (1 + \lambda)\frac{c'}{c} = \frac{c'}{c} + \lambda.$$

Durch Substitution dieser Werthe von $\frac{A'}{A}$, $\frac{C'}{C}$ in die Gleichungen (III) finden wir

$$P = p + \lambda, \quad R = r + \lambda, \quad E = e,$$

folglich

$$\left.\begin{aligned} p &= \frac{a'}{a}\,\frac{\sin\beta'}{\sin\beta} - 1 \\ r &= \frac{c'}{c} - 1 \\ e &= \frac{a'}{a}\,\frac{\cos\beta'}{\sin\beta} - \frac{c'}{c}\,\frac{\cos\beta}{\sin\beta}. \end{aligned}\right\} \quad \text{(VII)}$$

8) Setzt man diese Werthe von P, R, E in den Ausdruck für die Neigungen der thermischen Axen gegen die Linie OX ein, so erhält man:

$$\operatorname{tg} 2\psi = \frac{E}{P-R} = \frac{e}{p-r} = \frac{\frac{a'}{a}\,\frac{\cos\beta'}{\sin\beta} - \frac{c'}{c}\,\frac{\cos\beta}{\sin\beta}}{\frac{a'}{a}\,\frac{\sin\beta'}{\sin\beta} - \frac{c'}{c}}.$$

Wie man sieht, ist hierin λ verschwunden. Durch Vereinfachung erhält man:

$$\operatorname{tg} 2\psi = \frac{\dfrac{\frac{a'}{a} - \frac{c'}{c}}{\beta' - \beta} - \operatorname{tg}\beta}{\dfrac{\frac{a'}{a} - \frac{c'}{c}}{\beta' - \beta}\operatorname{tg}\beta + 1}.$$

Setzt man $\dfrac{\frac{a'}{a} - \frac{c'}{c}}{\beta' - \beta} = \operatorname{tg}\chi$, so resultirt

$$\psi = \frac{\chi - \beta}{2}. \quad \text{(VIII)}$$

Diese einfache Formel giebt also die Richtungen der thermischen Axen, ausgedrückt durch die Parameter bei den beiden Temperaturen.

9) Es sollen die Hauptausdehnungen direct aus den Parametern bei den beiden Temperaturen bestimmt werden.

a. Aus XIV, S. 472 wissen wir, dass, wenn Δ und Δ_1 die Ausdehnungen in Richtungen sind, welche zu einer thermischen Axe unter dem Winkel Θ resp. Φ geneigt sind,

$$\Delta - \delta = (\delta_1 - \delta)\sin^2\Theta$$
$$\Delta_1 - \delta = (\delta_1 - \delta)\sin^2\Phi,$$

folglich:

$$\Delta_1 - \Delta = (\delta_1 - \delta)(\sin^2 \Phi - \sin^2 \Theta)$$
$$= (\delta_1 - \delta) \sin(\Phi + \Theta) \sin(\Phi - \Theta)$$

und

$$\delta_1 - \delta = \frac{\Delta_1 - \Delta}{\sin(\Phi + \Theta) \sin(\Phi - \Theta)}.$$

Wenn die Richtungen Θ, Φ mit den Linien OA, resp. OC coincidiren, so ist

$$\Theta = \frac{\pi}{2} - (\psi + \beta), \qquad \Phi = \frac{\pi}{2} - \psi$$

und

$$\Delta_1 - \Delta = \frac{C'}{C} - \frac{A'}{A}$$
$$= \frac{c'}{c} - \frac{a'}{a}.$$

Durch Einsetzung dieser Werthe in die obigen Formeln erhält man

$$\delta - \delta_1 = \frac{\frac{a'}{a} - \frac{c'}{c}}{\sin \beta \sin (2\psi + \beta)}. \tag{IX}$$

Da

$$\psi = \frac{\chi - \beta}{2} \text{ und } \operatorname{tg} \chi = \frac{\frac{a'}{a} - \frac{c'}{c}}{\beta' - \beta}$$

so kann die Gleichung (IX) auch auf folgende Weise ausgedrückt werden:

$$\delta - \delta_1 = \frac{\frac{a'}{a} - \frac{c'}{c}}{\sin \beta \sin \chi} = \frac{\beta' - \beta}{\sin \beta \cos \chi}. \tag{X}$$

b. Aus Obigem folgt auch

$$\Delta - \delta = (\delta_1 - \delta) \cos^2 (\psi + \beta)$$

und

$$\Delta_1 - \delta = (\delta_1 - \delta) \cos^2 \psi,$$

wo Δ und Δ_1 die Ausdehnungen nach OA und OC darstellen.

Wenn δ_2 die Ausdehnung normal zur Symmetrieebene ist, so gilt die Gleichung

$$\delta_2 = \frac{B'}{B} - 1 = \lambda = \frac{A'}{A} - \frac{a'}{a} = 1 + \Delta - \frac{a'}{a} = \Delta - \frac{a' - a}{a}$$

und ebenso

$$\delta_2 = \Delta_1 - \frac{c' - c}{c}.$$

Daraus folgt:

$$\delta_2 - \delta = -\frac{a' - a}{a} + (\delta_1 - \delta)\cos^2(\psi + \beta)$$

$$= -\frac{c' - c}{c} + (\delta_1 - \delta)\cos^2\psi,$$

zwei Gleichungen, aus deren jeder $\delta_2 - \delta$ gefunden werden kann.

10) Die obigen Formeln sollen durch Anwendung auf denselben Fall, wie früher, illustrirt werden.

Aus den S. 473 gegebenen Winkeln folgt auf Grund der gewöhnlichen Formeln

$$a = \frac{\operatorname{tg} ma}{\sin ac}$$

$$c = \frac{\cot lb}{\sin da}$$

$$\beta = 180^0 - ac,$$

dass die Parameter folgende Werthe haben:

Erste Temperatur:	Zweite Temperatur:
$a = 0,6919835$,	$a' = 0,6899715$
$c = 0,4145025$,	$c' = 0,4134817$
$\beta = 99^0\ 27'\ 22'',8$,	$\beta' = 99^0\ 37'\ 5'',2$.

Daraus ergiebt sich:

$$\text{(a)}\quad \operatorname{tg}\chi = \frac{\frac{a' - a}{a} - \frac{c' - c}{c}}{\beta' - \beta} = -\frac{0,002907584 - 0,002462712}{582,4 \cdot \text{Bogenmaass von } 1''}$$

$$\chi = 180^0 - 8^0\ 57'\ 13'',6$$

und

$$\psi = \frac{\chi - \beta}{2} = 35^0\ 47'\ 41'',8.$$

Die frühere Methode gab als erste Annäherung $35^0\ 44'\ 10'',85$ (s. S. 474) und als zweite $35^0\ 46'\ 32'',58$ (s. S. 477).

$$\text{(b)}\qquad \delta - \delta_1 = \frac{\frac{a' - a}{a} - \frac{c' - c}{c}}{\sin\beta\sin\chi}$$

$$= -\frac{0,00444872}{\sin 99^0\ 27'\ 22'',8\ \sin 8^0\ 57'\ 13'',6}$$

folglich

$$\delta_1 - \delta = 0,00289776.$$

Die frühere Methode (s. S. 474) gab 0,0028987, während Neumann 0,002892 fand.

(c) $$\delta_2 - \delta = -\frac{a' - a}{a} + (\delta_1 - \delta) \cos^2 (\psi + \beta)$$
$$= + 0{,}002907584 + 0{,}00289776 \cos^2 135^0\ 15'\ 4{,}''6$$
$$= 0{,}004369172.$$

Ferner:

$$\delta_2 - \delta = \frac{c' - c}{c} + (\delta_1 - \delta) \cos^2 \psi$$
$$= 0{,}002462712 + 0{,}00289776 \cos^2 35^0\ 47'\ 41{,}''8$$
$$= 0{,}004369172.$$

Die frühere Methode gab 0,0043757 (s. S. 479), Neumann's Resultat war 0,004371.

Dritter Theil.

Wir gehen nun zur Betrachtung des allgemeinsten Falles, des eines asymmetrischen Krystalls, über und befolgen hier im Wesentlichen die gleiche Methode, wie im Falle eines monosymmetrischen Krystalls.

Mögen bei der ersten Temperatur die Richtungen der krystallographischen Axen OA, OB, OC sein, und ihre Längen A, B, C; bei der zweiten Temperatur werden diese Axen die neuen Lagen OA', OB', OC' und die neuen Längen A', B', C' angenommen haben. Da die relativen Lagen der Krystalllinien zu einander bei der zweiten Temperatur unabhängig sind von ihrer absoluten Richtung im Raume, so möge bei dieser Temperatur der Krystall aus seiner Stellung gedreht werden, bis die Axe OC' in ihrer Richtung mit OC und die Axenebene $OA'C'$ mit der Axenebene OAC zusammenfällt; alsdann wird OA' nicht mit OA und ebenso wenig OB' mit OB coincidiren.

Es ist vortheilhaft, zuerst die Aenderungen in Grösse und Richtung dreier auf einander senkrechter Linien, ausgedrückt durch die obigen Grössen, zu berechnen. Von diesen Linien fällt eine, OZ, zusammen mit OC, eine zweite, OX, liegt in der Axenebene OAC und die dritte, OY, steht zu dieser Ebene senkrecht.

Die Axenwinkel BOC, COA, AOB sollen mit α, β, γ, der Winkel ACB mit C bezeichnet werden.

I. Seien $\lambda_1\mu_1\nu_1$, $\lambda_2\mu_2\nu_2$, $\lambda_3\mu_3\nu_3$ die Richtungscosinus von OA, OB, OC in Bezug auf die rechtwinkeligen Axen OX, OY, OZ (Fig. 9), so ist:

$\lambda_1 = \cos AX = \sin\beta$	$\lambda_2 = \cos BX = \sin BC \cos ACB = \sin\alpha \cos C$	$\lambda_3 = \cos CX = 0$
$\mu_1 = \cos AY = 0$	$\mu_2 = \cos BY = \sin BC \sin ACB = \sin\alpha \sin C$	$\mu_3 = \cos CY = 0$
$\nu_1 = \cos AZ = \cos\beta$	$\nu_2 = \cos BZ = \cos\alpha$	$\nu_3 = \cos CZ = 1.$

II. Seien x, y, z die Coordinaten eines Punktes P bezogen auf die rechtwinkeligen Axen OX, OY, OZ, und x_1, y_1, z_1 die Coordinaten desselben Punktes, bezogen auf die schiefen Axen OA, OB, OC, so folgt:

$$x = \lambda_1 x_1 + \lambda_2 y_1 + \lambda_3 z_1$$
$$y = \mu_1 x_1 + \mu_2 y_1 + \mu_3 z_1$$
$$z = \nu_1 x_1 + \nu_2 y_1 + \nu_3 z_1 .$$

Setzt man die obigen Werthe von λ_1, μ_1, ν_1 u. s. w. ein, so findet man:

$$x = x_1 \sin\beta + y_1 \sin\alpha \cos C,$$
$$y = y_1 \sin\alpha \sin C,$$
$$z = x_1 \cos\beta + y_1 \cos\alpha + z_1 .$$

III. Als specieller Fall des obigen seien die Coordinaten $(x_1 y_1 z_1)$ jedes der Punkte X, Y, bezogen auf die schiefen Axen OA, OB, OC, gesucht.

Für X ist, wenn $OX = s$,

$$x = s, \quad y = 0, \quad z = 0;$$

daraus folgt:

$$x_1 = \frac{s}{\sin\beta},$$
$$y_1 = 0,$$
$$z_1 = -s \cot\beta .$$

Für Y, wenn $OY = t$,

$$x = 0, \quad y = t, \quad z = 0;$$

folglich

$$x_1 = -\frac{t \cot C}{\sin\beta},$$
$$y_1 = \frac{t}{\sin\alpha \sin C},$$
$$z_1 = t\left(\cot\beta \cot C - \frac{\cot\alpha}{\sin C}\right).$$

IV. Gesucht die Coordinaten $(x_1' y_1' z_1')$ jedes der Punkte X', Y', bei der zweiten Temperatur, bezogen auf die schiefen Axen OA', OB', OC'.

Für X':

$$x_1' = \frac{A'}{A} x_1 = \frac{A'}{A} \frac{s}{\sin\beta},$$
$$y_1' = 0,$$
$$z_1' = \frac{C'}{C} z_1 = -\frac{C'}{C} s \cot\beta .$$

Für Y':

$$x_1' = \frac{A'}{A} x_1 = -\frac{A'}{A} \frac{t \cot C}{\sin\beta},$$
$$y_1' = \frac{B'}{B} y_1 = \frac{B'}{B} \frac{t}{\sin\alpha \sin C},$$
$$z_1' = \frac{C'}{C} z_1 = \frac{C'}{C} t\left(\cot\beta \cot C - \frac{\cot\alpha}{\sin C}\right).$$

V. Gesucht die Coordinaten x', y', z' derselben Punkte X', Y', bezogen auf die rechtwinkeligen Axen OY, OY, OZ.

Genau auf demselben Wege wie in II. findet man:

$$x' = x_1' \sin\beta' + y_1' \sin\alpha' \cos C',$$
$$y' = y_1' \sin\alpha' \sin C',$$
$$z' = x_1' \cos\beta' + y_1' \cos\alpha' + z_1'.$$

Setzt man in diese Gleichungen die in IV. hergeleiteten Werthe von x_1', y_1', z_1' ein, so erhält man:

Für X':

$$\frac{x'}{s} = \frac{A'}{A}\,\frac{\sin\beta'}{\sin\beta},$$
$$y' = 0,$$
$$\frac{z'}{s} = \frac{A'}{A}\,\frac{\cos\beta'}{\sin\beta} - \frac{C'}{C}\,\frac{\cos\beta}{\sin\beta};$$

und für Y':

$$\frac{x'}{t} = -\frac{A'}{A}\,\frac{\sin\beta'}{\sin\beta}\,\frac{\cos C}{\sin C} + \frac{B'}{B}\,\frac{\sin\alpha'}{\sin\alpha}\,\frac{\cos C'}{\sin C},$$
$$\frac{y'}{t} = \frac{B'}{B}\,\frac{\sin\alpha' \sin C'}{\sin\alpha \sin C},$$
$$\frac{z'}{t} = -\frac{A'}{A}\,\frac{\cos\beta' \cos C}{\sin\beta \sin C} + \frac{C'}{C}\,\frac{\cos\beta \cos C}{\sin\beta \sin C} + \frac{B' \cos\alpha'}{B \sin\alpha \sin C} - \frac{C'}{C}\,\frac{\cos\alpha}{\sin\alpha \sin C}.$$

VI. Hiernach ist P, der Ausdehnungscoefficient der Krystalllinie OX:

$$\frac{x'}{s} - 1 = \frac{A'}{A}\,\frac{\sin\beta'}{\sin\beta} - 1;$$

derjenige der Krystalllinie OY:

$$\frac{y'}{t} - 1 = \frac{B'}{B}\,\frac{\sin\alpha' \sin C'}{\sin\alpha \sin C} - 1;$$

und R, der Ausdehnungscoefficient der Krystalllinie OZ:

$$\frac{C'}{C} - 1.$$

Ferner ist (Fig. 10), wenn

$$D = \frac{\pi}{2} - Y'OZ, \quad E = X'OX, \quad F = \frac{\pi}{2} - Y'OX,$$

$$D = \cos ZOY' = \frac{z'}{t} = -\frac{A'}{A}\,\frac{\cos\beta' \cos C}{\sin\beta \sin C} + \frac{C'}{C}\,\frac{\cos\beta \cos C}{\sin\beta \sin C} + \frac{B'}{B}\,\frac{\cos\alpha'}{\sin\alpha \sin C} - \frac{C'}{C}\,\frac{\cos\alpha}{\sin\alpha \sin C},$$

$$E = XOX' = \frac{z'}{s} = \frac{A'}{A} \frac{\cos\beta'}{\sin\beta} - \frac{C'}{C} \frac{\cos\beta}{\sin\beta},$$

$$F = \cos XOY' = \frac{x'}{t} = -\frac{A'}{A} \frac{\sin\beta' \cos C}{\sin\beta \sin C} + \frac{B'}{B} \frac{\sin\alpha' \cos C'}{\sin\alpha \sin C}.$$

VII. Wie früher nachgewiesen wurde (S. 482), können durch Winkelmessungen eines Krystalls nur die Verhältnisse $A : B : C$ und $A' : B' : C'$ bestimmt werden, nicht die absoluten Längen der Axen. Sind die Parameterverhältnisse, wie es üblich, in der Form $a : 1 : c$ und $a' : 1 : c'$ gegeben, und $\frac{B'}{B} = 1 + \lambda$, so haben wir:

$$\frac{A'}{A} = (1 + \lambda) \frac{a'}{a} = \frac{a'}{a} + \lambda,$$

$$\frac{C'}{C} = \frac{c'}{c} + \lambda.$$

Setzt man diese Werthe von $\frac{A'}{A}$, $\frac{B'}{B}$, $\frac{C'}{C}$ in die obigen Ausdrücke für P, Q, R, D, E, F ein und vernachlässigt die kleinen Grössen zweiter Ordnung, so erhält man:

$$P = p + \lambda, \qquad D = d,$$
$$Q = q + \lambda, \qquad E = e,$$
$$R = r + \lambda, \qquad F = f,$$

worin

$$\begin{cases} p = \frac{a'}{a} \frac{\sin\beta'}{\sin\beta} - 1, \quad q = \frac{\sin\alpha' \sin C'}{\sin\alpha \sin C} - 1, \quad r = \frac{c'}{c} - 1, \\ d = -\frac{a'}{a} \frac{\cos\beta' \cos C}{\sin\beta \sin C} + \frac{c'}{c} \frac{\cos\beta \cos C}{\sin\beta \sin C} + \frac{\cos\alpha'}{\sin\alpha \sin C} - \frac{c'}{c} \frac{\cos\alpha}{\sin\alpha \sin C}, \\ e = \frac{a'}{a} \frac{\cos\beta'}{\sin\beta} - \frac{c'}{c} \frac{\cos\beta}{\sin\beta}, \\ f = -\frac{a'}{a} \frac{\sin\beta' \cos C}{\sin\beta \sin C} + \frac{\sin\alpha' \cos C'}{\sin\alpha \sin C}. \end{cases}$$

Hiermit sind die Ausdehnungen und Drehungen von drei Krystalllinien, welche ursprünglich zu einander senkrecht waren, bestimmt als Function des Ausdehnungscoefficienten λ einer Geraden von der Richtung OB und der Parameter des Krystalls bei den Anfangs- und Endtemperaturen.

VIII. Seien $\lambda_1 \mu_1 \nu_1$, $\lambda_2 \mu_2 \nu_2$, $\lambda_3 \mu_3 \nu_3$ die Richtungscosinus der Linien OX', OY', OZ', bezogen auf die drei rechtwinkeligen Axen OX, OY, OZ; hierbei sollen OX', OY', OZ' die Positionen derjenigen Krystalllinien bei der zweiten Temperatur sein, welche bei der ersten mit OX, OY, OZ zusammenfallen. Dann ergiebt sich, unter Vernachlässigung der Quadrate kleiner Grössen:

für OX', $\lambda_1 = 1$, $\mu_1 = 0$, $\nu_1 = E = e$;
für OY', $\lambda_2 = F = f$, $\mu_2 = 1$, $\nu_2 = D = d$;
für OZ', $\lambda_3 = 0$, $\mu_3 = 0$, $\nu_3 = 1$.

IX. Seien x, y, z die Coordinaten irgend eines Punktes P bei der ersten Temperatur, bezogen auf OX, OY, OZ; $x'y'z'$, diejenigen von P', die Position von P bei der zweiten Temperatur, bezogen auf die drei schiefen Axen OX', OY', OZ'; wir erhalten alsdann die Werthe:

$$(1+p+\lambda)x, \quad (1+q+\lambda)y, \quad (1+r+\lambda)z.$$

Nun folgt aber aus II., wenn ξ, η, ζ die Coordinaten von P', bezogen auf die rechtwinkeligen Axen OX, OY, OZ:

$$\xi = \lambda_1 x' + \lambda_2 y' + \lambda_3 z',$$
$$\eta = \mu_1 x' + \mu_2 y' + \mu_3 z',$$
$$\zeta = \nu_1 x' + \nu_2 y' + \nu_3 z'.$$

Durch Einsetzung der obigen Werthe von x', y', z', λ_1, μ_1, ν_1 etc. erhält man (unter Vernachlässigung der Quadrate kleiner Grössen):

$$\begin{cases} \xi = (1+p+\lambda)x + f(1+q+\lambda)y = x + (p+\lambda)x + fy, \\ \eta = (1+q+\lambda)y = y + (q+\lambda)y, \\ \zeta = e(1+p+\lambda)x + d(1+q+\lambda)y + (1+r+\lambda)z = z + ex + dy \\ \qquad + (r+\lambda)z; \end{cases}$$

und durch Umkehrung dieser Formeln:

$$x = \xi - (p+\lambda)\xi - f\eta,$$
$$y = \eta - (q+\lambda)\eta,$$
$$z = \zeta - e\xi - d\eta - (r+\lambda)\zeta.$$

X. Wenn alle Punkte P auf einer Kugel vom Radius 1 liegen, deren Gleichung $x^2 + y^2 + z^2 = 1$, so liegen alle Punkte P' auf einem Ellipsoid, dessen Gleichung:

$$[\xi^2 - 2(p+\lambda)\xi^2 - 2f\eta\xi] + [\eta^2 - 2(q+\lambda)\eta^2]$$
$$+ [\zeta^2 - 2e\xi\zeta - 2d\eta\zeta - 2(r+\lambda)\zeta^2] = 1,$$

oder

$$(1-2\lambda)[\xi^2+\eta^2+\zeta^2] - 2[p\xi^2 + q\eta^2 + r\zeta^2 + d\eta\zeta + e\zeta\xi + f\xi\eta] = 1.$$

Die thermischen Axen, welche zugleich die Axen dieses Ellipsoides sind, haben dieselbe Richtung, wie die Axen der Fläche zweiten Grades:

$$px^2 + qy^2 + rz^2 + dyz + ezx + fxy = 1,$$

deren Coefficienten sämmtlich als Functionen der Parameter bekannt sind und, wie oben gezeigt wurde, ausserordentlich einfache physikalische Bedeutung haben; es sind nämlich p, q, r die Differenzen der Ausdehnung der Linien OX, OY, resp. OZ von der Ausdehnung parallel OB, d der Winkel der Abweichung von OY' aus der ursprünglichen Ebene XOY, f der Winkel der

Abweichung derselben Linie aus ihrer ursprünglichen Ebene YOZ, endlich e die Angularabweichung der Linie OX' aus ihrer anfänglichen Position OX.

Es mag hier daran erinnert werden, dass aus dem Obigen die Richtigkeit der S. 458 gemachten Bemerkung hervorgeht, dass nämlich, wenn man die Quadrate kleiner Grössen vernachlässigt, die Gleichungen für die Bestimmung der thermischen Axen identisch werden, sei es, dass man die niedrigere oder die höhere Temperatur zum Ausgangspunkt nimmt. In der That behält, wenn wir von der höheren Temperatur zur niedrigeren vorschreiten, jeder der Coefficienten p, q, r, d, e, f seinen numerischen Werth, wechselt aber sein Vorzeichen, und dieselbe Fläche zweiten Grades kann zur Bestimmung der Axen benutzt werden. Da dieselbe aber immer die Lage der Axen bei der Endtemperatur ergiebt, so resultirt in diesem Falle die Position bei der niedrigeren, nicht bei der höheren Temperatur.

XI. Was auch der Werth von k sei, die Hauptaxen der Reihe von Flächen zweiten Grades

$$k(x^2 + y^2 + z^2) + px^2 + qy^2 + rz^2 + dyz + ezx + fxy = 1$$

haben immer die gleichen Richtungen; man kann also die Arbeit der numerischen Berechnung vermindern, indem man $k + r$ verschwinden lässt und so die Axen der coaxialen Fläche zweiten Grades erhält:

$$(p - r)x^2 + (q - r)y^2 + dyz + ezx + fxy = 1.$$

Bei der Vergleichung der numerischen Resultate ergab sich, dass die von Neumann zur Bestimmung der thermischen Axen gegebenen Gleichungen sich auf diese specielle Fläche bezogen.

XII. Ohne dass λ bekannt ist, kann die relative Winkeländerung einer gegebenen Linie OP bestimmt werden.

Auf Grund der obigen Gleichungen (IX.) kann man schreiben:

$$\frac{\xi}{\eta} = \frac{x(1 + p + \lambda) + fy}{y(1 + q + \lambda)} = \frac{x}{y}(1 + p - q) + f,$$

und

$$\frac{\zeta}{\eta} = \frac{z(1 + r + \lambda) + ex + dy}{y(1 + q + \lambda)} = \frac{z}{y}(1 + r - q) + e\frac{x}{y} + d,$$

woraus $\cos P'X = \frac{\xi}{\sqrt{\xi^2 + \eta^2 + \zeta^2}}$ etc. berechnet werden kann.

Wenn y Null oder sehr klein ist, muss man die entsprechenden Gleichungen benutzen, in denen y nicht als Nenner erscheint, nämlich:

$$\frac{\zeta}{\xi} = \frac{z(1 + r + \lambda) + ex + dy}{x(1 + p + \lambda) + fy} = \frac{\frac{z}{x}(1 + r - p) + d\frac{y}{x} + e}{1 + f\frac{y}{x}}$$

$$= \frac{z}{x}(1 + r - p) + f\frac{y}{x}\frac{z}{x} + d\frac{y}{x} + e,$$

und

$$\frac{\eta}{\xi} = \frac{y(1+q+\lambda)}{x(1+p+\lambda)+fy} = \frac{\frac{y}{x}(1+q-p)}{1+f\frac{y}{x}} = \frac{y}{x}(1+q-p) - f\frac{y^2}{x^2}.$$

XIII. Um die Position zu finden, welche bei der ersten Temperatur eine Linie einnimmt, deren Position bei der zweiten Temperatur gegeben ist, müssen die obigen Formeln umgekehrt werden. Unter Vernachlässigung kleiner Grössen zweiter Ordnung erhält man alsdann:

$$\frac{x}{y} = (1-p+q)\frac{\xi}{\eta} - f;$$

$$\frac{z}{y} = (1-r+q)\frac{\zeta}{\eta} - e\frac{\xi}{\eta} - d;$$

und (für den Fall, dass η klein ist)

$$\frac{z}{x} = (1-r+p)\frac{\zeta}{\xi} + f\frac{\zeta}{\xi}\frac{\eta}{\xi} - d\frac{\eta}{\xi} - e,$$

$$\frac{y}{x} = (1-q+p)\frac{\eta}{\xi} + \frac{f\eta^2}{\xi^2}.$$

XIV. Da die Gleichung des Ellipsoids bei der zweiten Temperatur

$$(1-2\lambda)(\xi^2+\eta^2+\zeta^2) - 2(p\xi^2+q\eta^2+r\zeta^2+d\eta\zeta+e\zeta\xi+f\xi\eta) = 1,$$

so folgt, dass der Radiusvector OP' ($=\varrho$), welcher die Richtungscosinus l, m, n hat, gegeben ist durch die Gleichung:

$$\frac{1}{\varrho^2} = 1 - 2\lambda - 2(pl^2+qm^2+rn^2+dmn+enl+flm),$$

folglich

$$\varrho - 1 = \lambda + pl^2 + qm^2 + rn^2 + dmn + enl + flm.$$

Der absolute Ausdehnungscoefficient einer Krystalllinie von der Richtung lmn ist somit durch die rechte Seite dieser Gleichung gegeben, in welcher λ den absoluten Ausdehnungscoefficienten der Krystalllinie OB bedeutet.

Wenn der absolute Ausdehnungscoefficient einer gegebenen Linie im Krystall durch irgend eine Methode bestimmt worden ist, kann also die unbekannte Grösse λ in der obigen Formel eliminirt werden.

XV. Es soll nunmehr diese Methode zur Berechnung der thermischen Axen des Anorthit angewendet werden.

Die folgende Tabelle enthält die Parameter, wie sie durch Beckenkamp aus den beobachteten Winkeln berechnet wurden, und ausserdem die Logarithmen der verschiedenen Ausdrücke, welche die Berechnung von p, q, r, d, e, f erfordert.

$t = 20^0$ C.	$t = 80^0$ C.	$t = 140^0$ C.	$t = 200^0$ C.
a = 0,635319	a' = 0,635499	a'' = 0,635689	a''' = 0,635949
c = 0,550427	c' = 0,550380	c'' = 0,550425	c''' = 0,550445
α = 93° 8′ 6″,6	α' = 93° 7′ 58″,6	α'' = 93° 7′ 53″,2	α''' = 93° 7′ 51″,6
β = 115 53 8,4	β' = 115 52 0,1	β'' = 115 50 32,9	β''' = 115 48 6,4
γ = 91 15 17,1	γ' = 91 15 36,6	γ'' = 91 15 56,1	γ''' = 91 17 25,1
C = 92 55 15,0	C' = 92 55 27,4	C'' = 92 55 39,5	C''' = 92 57 6,2

Logarithmen.

a = $\bar{1}$,8029918,2	a' = $\bar{1}$,8031149,1	a'' = $\bar{1}$,8032447,1	a''' = $\bar{1}$,8034223,1
c = $\bar{1}$,7406997,3	c' = $\bar{1}$,7406626,0	c'' = $\bar{1}$,7406981,5	c''' = $\bar{1}$,7407139,5
$\sin \alpha$ = 9,9993495,1	$\sin \alpha'$ = 9,9993504,5	$\sin \alpha''$ = 9,9993510,5	$\sin \alpha'''$ = 9,9993512,2
$\cos(\pi - \alpha)$ = 8,7379212,0	$\cos(\pi - \alpha')$ = 8,7376136,3	$\cos(\pi - \alpha'')$ = 8,7374058,4	$\cos(\pi - \alpha''')$ = 8,7373442,7
$\sin \beta$ = 9,9540818,3	$\sin \beta'$ = 9,9541516,0	$\sin \beta''$ = 9,9542405,4	$\sin \beta'''$ = 9,9543897,7
$\cos(\pi - \beta)$ = 9,6400605,6	$\cos(\pi - \beta')$ = 9,6397641,3	$\cos(\pi - \beta'')$ = 9,6393852,1	$\cos(\pi - \beta''')$ = 9,6387478,0
$\sin C$ = 9,9994354,5	$\sin C'$ = 9,9994340,9	$\sin C''$ = 9,9994328,5	$\sin C'''$ = 9,9994234,2
$\cos(\pi - C)$ = 8,7071960,2	$\cos(\pi - C')$ = 8,7077074,2	$\cos(\pi - C'')$ = 8,7082058,8	$\cos(\pi - C''')$ = 8,7117607,4

Die Werthe von p, q, r, d, e, f, aus jenen mittelst der Formeln von VII abgeleitet, sind die folgenden:

	20°—80° C.	20°—140° C.	20°—200° C.
$p =$	+ 0,0004442	+ 0,0009482	+ 0,0017017
$q =$	— 0,0000010	— 0,0000025	— 0,0000238
$r =$	— 0,0000855	— 0,0000037	+ 0,0000327
$d =$	+ 0,0000419	+ 0,0000888	+ 0,0001257
$e =$	+ 0,0001522	+ 0,0004701	+ 0,0010007
$f =$	— 0,0000376	— 0,0000706	— 0,0004525

XVI. Zunächst muss bemerkt werden, dass die Ausdehnungen p, q, r und die Drehungswinkel d, e, f weit von der Proportionalität mit den Temperaturänderungen abweichen, denn f ist grösser bei 140° C., als bei 80° und bei 200° C.

Die thermischen Axen für die verschiedenen Paare von Temperaturen sind die Axen der folgenden Flächen zweiten Grades:

$$
\begin{array}{ll}
20^0\text{—}\ 80^0 & 530x^2 + 84y^2 + \ 42yz + \ 152zx - \ 38xy = 1, \\
20\ \text{—}140 & 952x^2 + \quad y^2 + \ 89yz + \ 470zx - \ 71xy = 1, \\
20\ \text{—}200 & 1669x^2 - 57y^2 + 126yz + 1001zx - 452xy = 1.
\end{array}
$$

Die von Beckenkamp benutzten Werthe von Δ_1' (s. S. 458) entsprechen den folgenden Flächen zweiten Grades:

$$
\begin{array}{ll}
20^0\text{—}\ 80^0 & 529x^2 + 84y^2 + \ 42yz + \ 152zx - \ 37xy = 1, \\
20\ \text{—}140 & 952x^2 + \quad y^2 + \ 88yz + \ 467zx - \ 70xy = 1, \\
20\ \text{—}200 & 1668x^2 - 57y^2 + 126yz + 1000zx - 451xy = 1;
\end{array}
$$

d. h. im Wesentlichen denselben, wie die obigen.

XVII. In Folge dieser Identität der auf so verschiedenen Wegen gefundenen Gleichungen, beabsichtigte ich zuerst, die übrigen Beckenkamp-schen Berechnungen der Axen der Fläche für 20°—200° C. als exact anzunehmen und daraus die Veränderung in den Winkeln zwischen diesen Linien bei 80° C. zu berechnen. Es ergab sich indess, dass aus irgend einer Ursache die von ihm angegebenen Winkel dieser Linien nicht genau rechte seien. In der That findet man, dass, wenn L''', M''', N''' bei 200° die Positionen der thermischen Axen für das Paar von Temperaturen von 20°—200° C., die von Beckenkamp gegebenen Logarithmen von $\cos L'''X$, $\cos L'''Y$ etc. zu den Winkeln 90° — 16'',87, 90° — 78'',01, 90° + 73'',86 für $L'''M'''$, $M'''N'''$, resp. $N'''L'''$ führen, anstatt 90°.

Da zu erwarten stand, dass die Veränderungen der Winkel zwischen denselben Linien bei 80° und 140° C. nur wenige Secunden betrügen, so war es nöthig herauszufinden, durch was jene Differenzen veranlasst seien, und wurden zu diesem Zwecke, da dies der passendste Weg erschien, die Axen der Fläche zweiten Grades von Neuem berechnet. Es lässt sich

schliessen, dass die von Beckenkamp angegebenen Linien, obgleich nicht ganz rechtwinkelig zu einander, sehr nahe mit den thermischen Axen übereinstimmen, und dass ihre kleinen Winkelabweichungen von letzteren wahrscheinlich dadurch verursacht werden, dass, indem die Wurzeln der cubischen Gleichung nur approximative sind, die Gleichungen für die Axen, nach der Einsetzung jedes der Werthe von r, nur angenähert mit einander übereinstimmen. In der That ist es sehr schwierig, mit siebenstelligen Logarithmen die schliesslichen Winkel auf Secunden genau zu erhalten. Da indessen die Fläche zweiten Grades selbst unter Vernachlässigung der Quadrate kleiner Grössen erhalten worden ist, so ist eine solche Genauigkeit in Wirklichkeit auch nicht nöthig, und es genügt für unseren Zweck vollständig, die Lage von drei genau zu einander rechtwinkeligen Geraden zu berechnen, welche so nahe als möglich mit den oben bestimmten Linien zusammenfallen. Zum Zwecke späterer Verification sollen im Folgenden die wichtigeren, bei dieser Rechnung erhaltenen Zahlenwerthe wiedergegeben werden.

XVIII. Da die Gleichung der Fläche für 20°—200° C.

$$1669x^2 - 57y^2 + 126yz + 1001zx - 452xy = 1,$$

so sind die Richtungen der Hauptaxen auf dem gewöhnlichen Wege durch die folgenden Gleichungen zu bestimmen:

$$\begin{aligned}(1)\quad & 3338x - 452y + 1001z = rx,\\ (2)\quad & -452x - 114y + 126z = ry,\\ (3)\quad & 1001x + 126y = rz;\end{aligned}$$

in welchen, da die Gleichungen zugleich übereinstimmend sind, r eine Wurzel der folgenden Gleichung dritten Grades ist:

$$\begin{vmatrix} 3338 - r & -452 & 1001 \\ -452 & -114 - r & 126 \\ 1001 & 126 & -r \end{vmatrix} = 0,$$

oder

$$r^3 - 3224r^2 - 1602713r + 52783878 = 0.$$

Die Wurzeln dieser Gleichung, bis zur ersten Decimale, sind folgende:

$$+3658{,}2 \qquad +31{,}0 \qquad -465{,}2.$$

Jede dieser Wurzeln entspricht einer der thermischen Axen, welche mit L''', M''', resp. N''' bezeichnet sind. Da sich zeigte, dass diese Wurzeln nicht genau genug seien, um die definitiven Winkel auf Secunden genau zu ergeben, so wurden die Axen in der Weise bestimmt, dass nicht in einem einzelnen Paar, sondern in den drei Paaren von Gleichungen die Werthe von r eingesetzt wurden und das Mittel als der wahre Werth angenommen wurde.

Der Kürze wegen werde der Winkel $(\pi - PX)$ mit $P\overline{X}$ und also $-\cos PX$ mit $\cos P\overline{X}$ bezeichnet.

(a) Gesucht L''', die der Wurzel $+3658,2$ entsprechende Axe.

Indem man für r den Werth $+3658,2$ einsetzt und nach $x:y:z$ oder $\cos L'''X : \cos L'''Y : \cos L'''Z$ auflöst, erhält man aus je zwei Gleichungen (1, 2), (2, 3), resp. (3, 1) die Werthe:

$$\begin{aligned}
(1, 2)\ x:y:z &= 1859510,1 : -206053,4 : 501777,22,\\
(2, 3)\ x:y:z &= 984541,9 : -109098,6 : 265644,3,\\
(3, 1)\ x:y:z &= 1527380,4 : -169354,64 : 412106,8;
\end{aligned}$$

daraus folgt:

	$\log\cos L'''X$	$\log\cos L'''\overline{Y}$	$\log\cos L'''Z$
(1, 2)	9,9822662,1	9,0268474,4	9,4133786,1,
(2, 3)	9,9822692,7	9,0268542,4	9,4133355,4,
(3, 1)	9,9822665,0	9,0271163,7	9,4133290,3;

nimmt man aus diesen Werthen das Mittel, so erhält man aus den Gleichungen (1, 2, 3):

$$\log\cos L'''X = 9,9822673,3;\quad \log\cos L'''\overline{Y} = 9,0269393,5;$$
$$\log\cos L'''Z = 9,4133477,3.$$

(b) Gesucht M''', die der Wurzel $+31$ entsprechende Axe. Auf demselben Wege, wie vorher, ergiebt sich:

$$\begin{aligned}
(1, 2)\ x:y:z &= -88193 : 869134 : 683819,\\
(2, 3)\ x:y:z &= -11381 : 112114 : 88193,\\
(3, 1)\ x:y:z &= -112114 : 1104518 : 869134;
\end{aligned}$$

daraus folgt:

	$\log\cos M'''\overline{X}$	$\log\cos M'''Y$	$\log\cos M'''Z$
(1, 2)	8,9003438,5	9,8939964,5	9,7898509,1,
(2, 3)	8,9005463,7	9,8940258,5	9,7898000,7,
(3, 1)	8,9004600,8	9,8939729,7	9,7898869,0,

und als Mittel:

(1, 2, 3)	8,9004501,0	9,8939984,2	9,7898459,6.

(c) Gesucht N''', die der Wurzel $-465,2$ entsprechende Axe. Die analoge Auflösung der Gleichungen, wie vorher, liefert die Zahlen:

$$\begin{aligned}
(1, 2)\ x:y:z &= 204251,6 : 465827,60 : -565689,92,\\
(2, 3)\ x:y:z &= 73751,1 : 168198,20 : -204251,60,\\
(3, 1)\ x:y:z &= 336396,4 : 767247,64 : -931655,20,
\end{aligned}$$

daraus folgt:

	log cos $N''' \overline{X}$	log cos $N''' \overline{Y}$	log cos $N''' Z$
(1, 2)	9,4289315,4	9,7869912,9	9,8713444,9
(2, 3)	9,4289430,7	9,7869958,2	9,8713399,5
(3, 1)	9,4289274,6	9,7870116,5	9,8713313,4

und im Mittel:

(1, 2, 3)	9,4289340,2	9,7869995,9	9,8713385,9.

Die Rechnung ergiebt, dass in jedem der drei Fälle die Summe der Quadrate der Cosinus, welche den obigen Mittelwerthen entsprechen, gleich der Einheit ist.

Die Winkel $L'''M'''$, $M'''N'''$, $N'''L'''$, aus diesen mittleren Logarithmen berechnet, besitzen die Werthe $90^0 + 6''$, $90^0 + 9''$, $90^0 - 3''$, und differiren also noch von 90^0.

Da die aus den verschiedenen Paaren von Gleichungen abgeleiteten Werthe in jedem Falle nur geringe Differenzen darbieten, so können die obigen mittleren Richtungscosinus nicht sehr weit von der Wahrheit entfernt sein, und es wäre eine nutzlose Mühe, zu versuchen, mit siebenstelligen Logarithmen eine grössere Approximation zu erreichen. Da ferner gezeigt worden ist, dass die Differenzen durch die Vernachlässigung kleiner Grössen zweiter Ordnung hervorgebracht wurden, so mag es genügen, drei Linien aufgefunden zu haben, welche zu einander genau senkrecht stehen und so nahe als möglich mit den obigen Positionen von L''', M''', N''' coincidiren.

Eine solche Triade von Linien ist bestimmt durch folgende Zahlen:

log cos $L''' X$	9,9822675,4	log cos $L''' \overline{Y}$	9,0269392,4	log cos $L''' Z$	9,4133462,5
log cos $M''' \overline{X}$	8,9002688,0	log cos $M''' Y$	9,8940013,0	log cos $M''' Z$	9,7898459,4
log cos $N''' \overline{X}$	9,4289685,6	log cos $N''' \overline{Y}$	9,7869661,7	log cos $N''' Z$	9,8713562,8

und dieselben sollen nunmehr als die für die Temperatur von 200^0 gültigen Positionen der Linien angenommen werden, welche sowohl bei 20^0, als bei 200^0 auf einander rechtwinkelig stehen. Wie oben gezeigt worden ist, können dieselben, mit dem gleichen Grade von Annäherung, auch als die Positionen bei 20^0 C. derjenigen Linien betrachtet werden, welche bei demselben Paar von Temperaturen rechte Winkel mit einander bilden.

XIX. Bevor wir dazu übergehen, die Veränderung der Winkel zwischen diesen Linien bei den verschiedenen Temperaturen zu bestimmen, wollen wir die zu benutzenden Formeln zu ihrer Prüfung verwenden. Zu diesem Zwecke sollen, mit Hülfe der in XV. gegebenen Werthe p, q, r, d, e, f, die Winkel zwischen den Krystallaxen bei 20^0 C. aus denen bei 200^0 C. berechnet und mit den von Beckenkamp angegebenen Werthen verglichen werden.

Die Richtungscosinus von A''', B''', C''' sind durch die folgenden Zahlen bestimmt (s. I. und XV.):

$\log\cos A'''X = 9{,}9543897{,}7$, $\cos A'''Y = 0$, $\log\cos A'''\overline{Z} = 9{,}6387478{,}0$,
$\log\cos B'''\overline{X} = 8{,}7111119{,}6$, $\log\cos B'''Y = 9{,}9987746{,}4$, $\log\cos B'''\overline{Z} = 8{,}7372442{,}7$;
$\cos C'''X = 0$, $\cos C'''Y = 0$, $\cos C'''Z = 1$;

aus diesen findet man die Winkel:

			Beckenkamp:
$B'''C'''$	. . .	93° 7′ 51″,6	93° 7′ 51″,6
$C'''A'''$	. . .	115 48 6,4	115 48 6,4
$A'''B'''$	. . .	91 17 25,1	91 17 25,1

(a) Gesucht A, die Position von A''' bei 20° C.

A möge xyz, A''' $\xi\eta\zeta$ sein, wo $y = \eta = 0$. In diesem Falle wird die Formel des § XIII:

$$\frac{z}{x} = (1 - r + p)\frac{\zeta}{\xi} - e.$$

Nach § XV. ist für die Temperaturen 20°—200° C.

$$p = +0{,}0017017, \qquad d = +0{,}0001257,$$
$$q = -0{,}0000238, \qquad e = +0{,}0010007,$$
$$r = +0{,}0000327, \qquad f = -0{,}0004525;$$

folglich

$$\frac{z}{x} = 1{,}001669\,\frac{\zeta}{\xi} - 0{,}0010007;$$

und durch Einsetzung der oben angegebenen Werthe von

$$\frac{\zeta}{\xi} \quad \text{oder} \quad \frac{\cos A'''Z}{\cos A'''X}$$

findet man:

$$\log\cos AX = 9{,}9540818{,}3; \quad \cos AY = 0; \quad \log\cos A\overline{Z} = 9{,}6400605{,}8.$$

(b) Gesucht B, die Position von B''' bei 20° C.

Da y keine kleine Grösse ist, ist es geeignet, hier von der Formel des § XIII. Gebrauch zu machen:

$$\left.\begin{aligned} \frac{x}{y} &= (1 - p + q)\frac{\xi}{\eta} - f, \\ \frac{z}{y} &= (1 - r + q)\frac{\zeta}{\eta} - e\frac{\xi}{\eta} - d; \end{aligned}\right\}$$

welche nach der Einsetzung der Werthe die folgende Form annimmt:

$$\left.\begin{aligned} \frac{x}{y} &= 0{,}9982745\,\frac{\xi}{\eta} + 0{,}0004525, \\ \frac{z}{y} &= 0{,}9999435\,\frac{\zeta}{\eta} - 0{,}0010007\,\frac{\xi}{\eta} - 0{,}0001257; \end{aligned}\right\}$$

daraus folgt:

$$\log\cos B\bar{X} = 8{,}7065376{,}2;\quad \log\cos BY = 9{,}9987849{,}7;\quad \log\cos B\bar{Z} = 8{,}7379172{,}1.$$

Aus den in (a) und (b) gegebenen Logarithmen findet man:

		Beckenkamp:
BC . . .	93° 8′ 6″,5	93° 8′ 6″,6
CA . . .	115 53 8,4	115 53 8,4
AB . . .	91 15 17,0	91 15 17,1

ein Resultat, welches zeigt, dass die Formeln des § XIII. vollkommen ausreichend sind.

XX. Wir gehen nun dazu über, die relativen Positionen LMN, $L'M'N'$, $L''M''N''$ der Linien $L'''M'''N'''$ bei 20°, 80° und 140° C. zu bestimmen.

(a) Gesucht die Positionen LMN bei 20° C.

Wenn OP''', $\xi\eta\zeta$, und OP, xyz, die Positionen derselben Krystalllinie bei 20°, resp. 200° C. sind, so ergiebt sich aus § XIX (b):

$$\left.\begin{aligned} \frac{x}{y} &= 0{,}9982745\,\frac{\xi}{\eta} + 0{,}0004525, \\ \frac{z}{y} &= 0{,}9999435\,\frac{\zeta}{\eta} - 0{,}0010007\,\frac{\xi}{\eta} - 0{,}0001257. \end{aligned}\right\}$$

Substituirt man in diese Formeln die in § XVIII. gegebenen Werthe der Richtungscosinus, so erhält man:

log cos $L\bar{X}$	9,9823151,8	log cos $L\bar{Y}$	9,0277586,8	log cos $L\bar{Z}$	9,4125499,3
log cos $M\bar{X}$	8,8976047,8	log cos MY	9,8940320,2	log cos MZ	9,7898887,6
log cos $N\bar{X}$	9,4283864,8	log cos $N\bar{Y}$	9,7868904,4	log cos NZ	9,8714577,9

und daraus:

$$LM = 90° + 0{,}''08,\quad MN = 90° + 0{,}''02,\quad NL = 90° + 0{,}''18,$$

und somit eine Bestätigung der Behauptung, dass die betreffenden Linien sowohl bei 20° C., als bei 200° C. rechte Winkel einschliessen.

(b) Gesucht die Positionen $L'M'N'$ bei 80° C.

Für 20°—80° C. hat man nach § XV:

$$p - q = +\,0{,}0004452,\quad f = -\,0{,}0000376,$$
$$r - q = -\,0{,}0000845,\quad e = +\,0{,}0001522,\quad d = 0{,}0000419;$$

und nach § XII, wenn, wie vorher $P'\ \xi\eta\zeta$, und $P\ xyz$:

$$\frac{\xi}{\eta} = (1 + p - q)\frac{x}{y} + f,$$
$$\frac{\zeta}{\eta} = (1 + r - q)\frac{z}{y} + e\frac{x}{y} + d,$$

oder

$$\frac{\xi}{\eta} = 1,0004452\,\frac{x}{y} - 0,0000376$$

$$\frac{\zeta}{\eta} = 0,9999155\,\frac{z}{y} + 0,0001522\,\frac{x}{y} + 0,0000419.$$

Durch Einsetzung der in § XX (a) für die Linien LMN gegebenen Werthe an Stelle von $\frac{x}{y}$, $\frac{z}{y}$ erhält man:

$\log\cos L'X$	9,9823170,0	$\log\cos L'Y$	9,0275653,8	$\log\cos L'Z$	9,4215578,3
$\log\cos M'\bar{X}$	8,8979660,7	$\log\cos M'Y$	9,8940881,5	$\log\cos M'Z$	9,7898228,7
$\log\cos N'\bar{X}$	9,4287729,9	$\log\cos N'\bar{Y}$	9,7869209,6	$\log\cos N'Z$	9,8714128,4

woraus folgt:

$$L'M' = 90^0 + 6\overset{''}{,}35, \quad M'N' = 90^0 + 16\overset{''}{,}08, \quad N'L' = 90^0 + 31\overset{''}{,}65.$$

(c) Gesucht die Positionen $L''M''N''$ bei 140° C.

Für 20°—140° C.

$$p - q = +\,0,0009507, \quad f = -\,0,0000706,$$
$$r - q = -\,0,0000012, \quad e = +\,0,0004701, \quad d = +\,0,0000888;$$

woraus folgt:

$$\frac{\xi}{\eta} = 1,0009507\,\frac{x}{y} - 0,0000706,$$

$$\frac{\zeta}{\eta} = 0,9999988\,\frac{z}{y} + 0,0004701\,\frac{x}{y} + 0,0000888,$$

und

$\log\cos L''X$	9,9822981,8	$\log\cos L''\bar{Y}$	9,0278255,7	$\log\cos L''Z$	9,4128578,9
$\log\cos M''\bar{X}$	8,8988082,1	$\log\cos M''Y$	9,8940190,7	$\log\cos M''Z$	9,7898481,1
$\log\cos N''\bar{X}$	9,4289681,7	$\log\cos N''\bar{Y}$	9,7869248,4	$\log\cos N''Z$	9,8718857,5

und daraus

$$L''M'' = 90^0 - 16\overset{''}{,}89, \quad M''N'' = 90^0 + 7\overset{''}{,}53, \quad N''L'' = 90^0 + 35\overset{''}{,}01.$$

(d) Gesucht die Positionen $L'''M'''N'''$ bei 200° C., wenn die Positionen LMN bei 20° C. gegeben sind.

Diese Rechnung dient nur dazu, den Einfluss kleiner Grössen der zweiten Ordnung auf die Umkehrung der Formeln zu prüfen.

Für 20°—200° C.

$$p - q = +\,0,0017255, \quad f = -\,0,0004525,$$
$$r - q = +\,0,0000565, \quad e = +\,0,0010007, \quad d = +\,0,0001257;$$

woraus folgt:

$$\frac{\xi}{\eta} = 1,0017255\,\frac{x}{y} - 0,0004525,$$

$$\frac{\zeta}{\eta} = 1,0000565\,\frac{z}{y} + 0,0010007\,\frac{x}{y} + 0,0001257;$$

und

log cos $L'''X$	9,9822675,1	log cos $L'''\bar{Y}$	9,0269404,6	log cos $L'''Z$	9,4133445,3
log cos $M'''\bar{X}$	8,9002684,3	log cos $M'''Y$	9,8940005,5	log cos $M'''Z$	9,7898455,7
log cos $N'''\bar{X}$	9,4289686,6	log cos $N'''\bar{Y}$	9,7869667,7	log cos $N'''Z$	9,8748569,4

Werthe, welche mit den ursprünglichen, in § XVIII gegebenen fast identisch sind.

XXI. Zur bequemeren Uebersicht sind in der folgenden Tabelle die obigen Abweichungen der Winkel zwischen den Krystalllinien L, M, N von 90° bei den verschiedenen Temperaturen zusammengestellt:

Variation von	LM	MN	LN
bei 20° C.	0″	0″	0″
bei 80	+ 6	+ 16	+ 32
bei 140	— 17	+ 8	+ 35
bei 200	0	0	0

Die Aenderungen, welche die Winkel zwischen den drei bei 20° und 200° C. zu einander rechtwinkeligen Krystalllinien bei 80° und bei 140° C. erfahren, sind demnach sehr klein, selbst wenn man die durch die Beobachtung bestimmten Parameter als vollkommen genau betrachtet.

XXII. Durch genau denselben Gang der Rechnung wurden auch die Positionen derjenigen Linien hergeleitet, welche sowohl bei 20°, als bei 80° C. zu einander rechtwinkelig sind, und gefunden, dass sie wirklich mit den von Beckenkamp berechneten übereinstimmen, woraus die Richtigkeit seiner Angabe zu schliessen ist, dass die Richtungen der thermischen Axen, wie sie sich aus seinen Messungen durch Rechnung ergeben, für die beiden Paare von Temperaturen stark differiren.

XXIII. Die in § XXI aufgeführten Variationen sind indessen genügend, um zu beweisen, dass eben diese grosse Differenz von 26½° das Resultat von so kleinen Aenderungen in der gegenseitigen Neigung von LMN sind, dass sie von den geringsten zufälligen Fehlern bei der Messung der Winkel hervorgebracht worden sein können. Erstens differiren dieselben Winkel, obgleich mit dem Mikroskop die einzelnen Secunden abgelesen wurden, bei steigender Temperatur von den bei fallender in manchen Fällen um 10″, im Mittel um 6,″1; zweitens haben die von Beckenkamp nach der Methode der kleinsten Quadrate hergeleiteten und angewandten Correctionen der gemessenen Winkel einen Mittelwerth von 3,″2 und erreichen ein positives Maximum von 9,″7, ein negatives von — 8,″7; drittens ist es auffallend, wenn auch nicht unmöglich, dass das Linienpaar LM nicht nur bei 20° und 200° einen rechten Winkel einschliesst, sondern auch bei einer dritten Temperatur zwischen 80° und 140° C.; schliesslich mag auch, wie Beckenkamp in seiner späteren Abhandlung erwähnt, eine kleine Aenderung des

Krystalls an einer Seite durch den Heizeffect der concentrirten Strahlen während der Winkelmessung stattgefunden haben.

Indem wir hiermit diese Abhandlung, deren letzter Theil zu einer kritischen Prüfung der wichtigen, von Beckenkamp erhaltenen Resultate geworden ist, abschliessen, müssen wir ihm im Namen Derer, welche sich mit der Erforschung der Krystalle beschäftigen, unseren herzlichsten Dank für seine mühevollen, mit dem Instrumente der Strassburger Universität ausgeführten Beobachtungsreihen aussprechen; und wir können hinzufügen, dass die in der Interpretation seiner Messungen niedergelegte Arbeit nur von Solchen vollständig gewürdigt werden kann, welche sich soweit für den Gegenstand interessiren, um einige der Rechnungen selbst zu wiederholen.

XXVI. Ueber das pyroelektrische Verhalten des Boracits.

Von

K. Mack in Strassburg.

(Mit Taf. XI.)

Nachdem Herr A. Kundt gefunden hatte*), dass mehrere theils hemimorphe, theils hemiëdrische Krystalle auf ihr pyroelektrisches Verhalten in einfacher und übersichtlicher Weise dadurch untersucht werden können, dass man das bekannte Verfahren auf sie anwendet, welches zur Erzeugung der Lichtenberg'schen Figuren dient, hat Derselbe mich veranlasst, die neue Methode zu eingehender Untersuchung weiterer Mineralien zu verwerthen. Die früheren Untersuchungen der Pyroelektricität waren alle mittelst des Elektroskops oder des Elektrometers in gröberen oder feineren Formen — vom geriebenen Katzenhaar Köhler's bis zu dem empfindlichen Hankel'schen Elektrometer — angestellt worden. Es erschien angezeigt und lohnend, Untersuchungen nach der neugewonnenen Methode denselben hinzuzufügen. Dieselbe gestattet zwar quantitative Messungen im strengen Sinne nicht, wiewohl ein Mehr oder Weniger von Elektricität sich in der Stärke der Anhäufung des Pulvers deutlich offenbart; allein sie scheint sehr geeignet für die Erkennung entgegengesetzt elektrischer Stellen, welche auf kleinem Flächenraum neben einander vertheilt sind. Solche Vertheilungen kommen in der Natur häufig vor. Ich erinnere nur an einen von Herrn Kundt beschriebenen**) Turmalin von Mursinsk, auf dessen, senkrecht zur Hauptaxe angeschliffenen Endflächen mannigfach verästelte, theils positive, theils negative elektrische Stellen sich ergaben. Während das Elektrometer nicht im Stande ist, über eine derartige Vertheilung genügenden Aufschluss zu liefern, sondern stets von der Nachbar-

---

*) Sitzungsber. der Berliner Akad. vom 8. März 1883. Auszug am Schlusse dieses Heftes.

**) Dieselbe Abhandlung S. 424.

schaft der zu prüfenden Stelle mit beeinflusst wird, gestattet vielmehr die neue Methode, die neben einander liegenden positiven und negativen Theile scharf zu trennen und die auf das Elektrometer ausgeübte Gesammtwirkung in ihre einzelnen Componenten aufzulösen.

Von Herrn Kundt aufgefordert, Turmalin, Topas und Boracit zu untersuchen, bemühte ich mich zunächst, die Erscheinungen am Boracit vollständig kennen zu lernen, einem Mineral, das auch durch seine optischen Eigenschaften interessant ist. Die Resultate dieser Untersuchung werden im Folgenden mitgetheilt werden.

Da im Verlauf der Abhandlung mehrfach auf früher am Boracit gefundene Resultate Bezug zu nehmen sein wird, möchte ich eine kurze geschichtliche Uebersicht über die bisherigen Arbeiten am Boracit vorausschicken. Es werden in derselben nicht nur die elektrischen, sondern auch die optischen Erscheinungen besprochen, und die zur Erklärung der letzteren angestellten Betrachtungen angedeutet werden.

Historisches über die Untersuchungen am Boracit.

a. Die elektrischen Eigenschaften.

Die Pyroelektricität des Boracits wurde von Haüy entdeckt. Derselbe fand, dass je zwei einander diametral gegenüber liegende Würfelecken die Enden einer polarelektrischen Axe sind. Die acht Würfelecken am Boracit pflegen durch die physikalisch verschiedenen Flächen zweier complementärer Tetraëder abgestumpft zu sein; die Flächen des einen Tetraëders sind glatt und glänzend und in der Mehrzahl der Fälle etwas grösser als die rauher und weniger glänzend erscheinenden Flächen des anderen. Nicht an allen Boracitkrystallen treten beide Tetraëder zugleich auf; eines ist immer vorhanden, und das ist alsdann gewöhnlich das glänzende. Der Zusammenhang zwischen der Art der entstehenden Elektricität und der physikalischen Beschaffenheit der Tetraëderflächen, auf welchen sie auftritt, wurde von Haüy noch nicht richtig erkannt. Dies gelang Köhler*), welcher darthat, dass beim Erkalten an denjenigen Würfelecken, welche die glänzenden Tetraëderflächen zu tragen pflegen, positive Elektricität auftritt, während die vier anderen negative Elektricität zeigen.

Ausserordentlich eingehend hat sodann Herr W. G. Hankel sich mit den pyroelektrischen Erscheinungen am Boracit beschäftigt. In einer Reihe von Abhandlungen hat er die gewonnenen Resultate zusammengestellt**). Schon im Jahre 1840 constatirte er den merkwürdigen Elektricitätswechsel am Boracit. Er beobachtete bei den meisten Krystallen eine Aenderung

*) Pogg. Ann. **17**, 150.

) Ich hebe unter denselben die folgenden hervor: Pogg. Ann. **50, 471; **61**, 282; Abhandlungen der math.-phys. Klasse der k. sächs. Gesellsch. der Wiss. **4**. 151, 1859.

des Zeichens der auftretenden Elektricitäten zweimal während hinlänglich lange anhaltender Zunahme der Temperatur und sodann auch zweimal bei der Abkühlung. Der Boracit unterscheidet sich hierdurch von der Mehrzahl der pyroelektrischen Krystalle. Das gewöhnliche Verhalten derselben besteht bekanntlich darin, dass jeder Pol bei Erhitzung und Abkühlung die entgegengesetzten Elektricitäten liefert, während im Verlauf der Erhitzung einerseits, der Abkühlung andererseits, die Zeichen der Elektricität sich nicht ändern.

Die Richtigkeit der auf den Elektricitätswechsel sich beziehenden Beobachtungen des Herrn Hankel glaubten P. Riess und G. Rose anfechten zu müssen *). Auch sie beobachteten zwar mehrfach den Elektricitätswechsel, indess nur unmittelbar nach dem Beginn der Temperaturabnahme, während im übrigen Verlauf der Abkühlung die normale elektrische Vertheilung bei ihren Beobachtungen eine Störung nicht mehr erlitt. Riess und Rose bezeichneten deshalb die Erscheinung als nicht zum Wesen der Pyroelektricität gehörig, sondern schrieben sie vielmehr einer übersehenen, in der Masse des Krystalls stattfindenden Wärmebewegung zu, indem sie annahmen, dass das Wärmeleitungsvermögen in den der Oberfläche anliegenden Krystalltheilen von dem im Innern verschieden sei. Herr Hankel widerlegte indess diese Einwürfe theils durch eine Kritik der von Riess und Rose gemachten Annahme, theils durch eine grosse Anzahl sorgfältigst angestellter weiterer Beobachtungen **). Die Erwähnung des Elektricitätswechsels als einer feststehenden Thatsache findet sich z. B. in Mousson's »Physik auf Grundlage der Erfahrung« ***). Meine eigenen Beobachtungen über diesen Punkt werden nur als eine weitere Bestätigung der anerkannten Erscheinung dienen können.

Noch ist ein anderer Punkt im elektrischen Verhalten des Boracits zu erwähnen, welchen Herr Hankel sehr betont hat. In seiner letzten Abhandlung †) über den Boracit hat er das Verhalten der Würfelflächen zum Gegenstand besonders eingehender Untersuchung gemacht. Durch die Resultate derselben sah er sich veranlasst, am Boracit Würfelflächen von zweierlei Art auseinander zu halten, denen er verschiedene physikalische Eigenschaften zuschreibt, obgleich sie für das Auge keinen erkennbaren Unterschied zeigen. Er bezeichnet sie als Würfelflächen erster und zweiter Art. Würfelflächen erster Art sind solche, die in ihrem elektrischen Verhalten mit den glänzenden Tetraëderflächen übereinstimmen, die Würfelflächen zweiter Art verhalten sich wie die matten Tetraëderflächen. Herr Hankel fand nun, dass die Würfelflächen erster und zweiter Art nicht

*) Pogg. Ann. 59, 376.
**) Abhandl. der k. sächs. Ges. der Wiss., math.-phys. Klasse 1859, 4, 176 f.
***) 2. Auflage, 8, 241.
†) Abhandl. der k. sächs. Ges. der Wiss., math.-phys. Klasse 1859, 4, 193 f.

etwa in gleicher Anzahl am einzelnen Krystall vertheilt sind, sondern dass es Krystalle giebt, welche z. B. fünf Würfelflächen erster und nur eine Würfelfläche zweiter Art besitzen. Bei dem hohen Grade von symmetrischer Ausbildung, deren der Boracit sich erfreut, musste eine derartige Störung der Symmetrie überraschend und befremdend erscheinen. Ich möchte hier schon darauf hinweisen, dass meine eigenen Untersuchungen in Betreff des Verhaltens der Würfelflächen Resultate ergeben haben, welche mit denen des Herrn Hankel nicht völlig übereinstimmen, sondern vielmehr eine andere, das Symmetriebedürfniss befriedigende Auffassung postuliren.

b. Die optischen Eigenschaften.

Der nach seiner äusseren Erscheinung unzweifelhaft zum regulären System zu zählende Boracit hat bekanntlich, wie schon Brewster gefunden hat, die Eigenschaft, das Licht doppelt zu brechen. Besonders deutlich ergiebt sich diese Erscheinung, wenn Dünnschliffe aus dem Krystall unter dem Mikroskop mit Nicols betrachtet werden. Zwei Erklärungsversuche für diese optische Anomalie am Boracit standen sich in letzter Zeit hauptsächlich gegenüber. Der eine stammt von Herrn Mallard, den anderen leitete Herr C. Klein aus einer, schon früher von Andern gemachten allgemeinen Annahme her. Herr Mallard*) betrachtet den Boracit als ein Aggregat rhombischer, an sich doppeltbrechender Pyramiden, deren Spitzen im Krystallmittelpunkt zusammentreffen. Eine ähnliche Auffassung sprach Herr Baumhauer**) aus auf Grund der von ihm am Boracit beobachteten Aetzerscheinungen. Herr Klein***) dagegen betont die Zugehörigkeit des Minerals zum regulären System, indem er die Doppelbrechung auf Spannungen in der Krystallmasse, die beim Wachsthum sich ergaben, zurückführt. Er stellt sich damit hinsichtlich des Boracits auf denselben Standpunkt, auf den Marbach†) zuerst allgemein hingewiesen, und welchen Herr E. Reusch††) an dem ähnliche Erscheinungen zeigenden Alaun weiter begründet hat. Auch Herr F. Klocke†††) hat sich in einer Arbeit über die Doppelbrechung regulärer Krystalle dieser Anschauung angeschlossen und weitere Beweisgründe für dieselbe erbracht.

In den aus dem Boracit hergestellten Dünnschliffen treten unter dem Mikroskop mit Nicols getrennte Felder hervor, zwischen welchen man bis-

---

*) Annales des mines 10, 1876. Siehe diese Zeitschr. 1, 312.

**) Diese Zeitschr. 3, 337, 1879; vergl. auch ein Referat von Baumhauer, ebenda 1881, 5, 280.

***) Neues Jahrb. für Min. etc. 1880, 2, 247; ebendas. 1881, 1, 255. Diese Zeitschrift 5, 273.

†) Pogg. Ann. 94, 412.

††) Ebenda 132, 618.

†††) Neues Jahrb. für Min. etc. 1880, 1, 53. Diese Zeitschr. 5, 523.

weilen scharfe Grenzen, bisweilen auch einen allmähligen Verlauf durch eine schmale neutrale Zone hindurch beobachtet*). Diese Abgrenzungen sind nach Herrn Klein als Grenzen verschieden gespannter Theile, nach den Herren Mallard und Baumhauer als Zwillingsgrenzen zwischen den oben erwähnten rhombischen Individuen aufzufassen. Hervorzuheben ist, dass ein Unterschied im optischen Verhalten derjenigen Boracite einerseits, welche vorherrschend Würfel oder Rhombendodekaëder zeigen, und andererseits derjenigen besteht, welche vorherrschend tetraëdrisch oder scheinbar oktaëdrisch gebildet sind. Die vorhin erwähnten optischen Grenzen verlaufen bei der ersten Gattung anders als bei der zweiten. Da auf diesen Unterschied im Folgenden Bezug genommen werden wird, sind in der Figurentafel Abbildungen eines Krystalls der ersten und eines solchen der zweiten Art gezeichnet, auf welchen die optischen Grenzlinien, sowie sie in der Krystalloberfläche zu Tage treten, punktirt angedeutet sind**) (s. Fig. 13 und 14).

Untersuchungsmethode.

Eine grössere Anzahl von Pulvern, welche aus zwei verschiedenen Bestandtheilen gemischt sind, zeigen bekanntlich die Eigenthümlichkeit, dass beim Hindurchsieben durch ein feines Sieb der eine Bestandtheil positiv, der andere negativ elektrisch wird. Als dasjenige Pulver, welches diese Eigenschaft am deutlichsten und am leichtesten zeigt, gilt seit Lichtenberg ein Gemisch von feinvertheilter Mennige und Schwefelblumen; die Mennige wird in diesem Gemisch positiv, der Schwefel negativ elektrisch. In der That scheint die vollständige Trennung in einen positiv und in einen negativ erregten Theil bei keiner anderen Zusammensetzung so sicher zu gelingen; hiervon habe auch ich durch zahlreiche Versuche an den verschiedensten Pulvern mich überzeugt. — Bestäubt man nun mit dem elektrisch gewordenen Gemisch eine Fläche, auf welcher sich freie positive und negative Elektricität findet, so wird der negative Schwefel von den positiv elektrischen, die positive Mennige von den negativ elektrischen Stellen angezogen, und jene erscheinen gelb, diese roth.

Handelt es sich darum, elektrische Vertheilungen von mässiger oder geringer Stärke nachzuweisen, so ist es nöthig, dass die Dichtigkeit des das Sieb verlassenden Pulvers entsprechend regulirt werden kann. Eine solche Regulirung gestattete der von mir angewendete Bestäubungsapparat, welchen schon Herr Kundt benützt und beschrieben hat***).

Fast alle Versuche an den Krystallen wurden während der Abkühlung

*) Neues Jahrb. für Min. etc. 1880, 2, 220. Diese Zeitschr. 5, 275.

**) Vergl. die Abbildungen 15 und 16 des Baumhauer'schen Referats in dieser Zeitschr. 5, Taf. IX und 280, sowie die den Klein'schen Abhandlungen beigegebenen Figuren.

***) Wiedem. Annal. 1883, 20, 592.

vorgenommen. Jeder zu untersuchende Krystall wurde zunächst an seiner ganzen Oberfläche mittelst feinen und weichen Leders sorgfältig blank gerieben, sodann mit einer Pincette gefasst — unter Vermeidung einer Berührung mit den Fingern — und in ein Luftbad gebracht. Neben ihn wurde die Pincette in das Luftbad gelegt, sodann das letztere geheizt. Die Temperatur des Bades wurde an zwei durch den Deckel hindurchgeführten Thermometern abgelesen. Gewöhnlich wurden die Krystalle zunächst über diejenige Temperatur hinaus erhitzt, bei welcher sie untersucht werden sollten. War der erhitzende Gasbrenner ausgelöscht, so wurden dieselben im Bade langsamer Abkühlung überlassen, bis die Thermometer die gewünschte Temperatur anzeigten. Hierauf wurden sie mit der gleich hoch erhitzten Pincette herausgenommen, kurz durch eine bereit stehende Alkoholflamme allseitig hindurchgezogen, auf eine Unterlage von schlecht leitendem Holz oder Fliesspapier gelegt, und sodann bestäubt. Das Hindurchziehen durch die Alkoholflamme hat bekanntlich die Wirkung, dass alle auf der Oberfläche des Krystalls etwa schon vorhandene Elektricität entfernt wird. Bei den meisten Versuchen wurde eine kurze Pause zwischen dem Beginn der Abkühlung und der Bestäubung gemacht, um dadurch eine leichte Anhäufung der Elektricität und in Folge dessen eine deutlichere Vertheilung des Pulvers zu erzielen. Bei der Mehrzahl der Krystalle genügte eine Bestäubung von wenigen Secunden zur Herstellung scharfer Farbenvertheilung; nur die schwerer erregbaren mussten dem Sprühregen etwas länger ausgesetzt bleiben.

Beobachtungen.

Das Beobachtungsmaterial hatte ich in erster Linie der Güte des Herrn Professor Groth zu verdanken, der mir Boracitkrystalle jeder Art — würfelförmige, rhombendodekaëdrische und tetraëdrische — in grossen und wohlerhaltenen Exemplaren aus der Sammlung des mineralogischen Instituts zu Strassburg zur Untersuchung abgab. Eine grosse Zahl weiterer Krystalle erhielt ich vom physikalischen Institut; diese waren theils direct aus Lüneburg, theils aus Bonn bezogen. Im Folgenden werden die Versuche an solchen Krystallen eingehend geschildert werden, welche sich zur Klarstellung des Verhaltens der drei Hauptformen, in welchen der Boracit krystallisirt, besonders geeignet erwiesen. Ich beginne mit der Schilderung der vorherrschend rhombendodekaëdrischen Krystalle, um sodann zu den würfelförmigen, und endlich zu den tetraëdrischen überzugehen. — An diese drei Abtheilungen wird sich die Untersuchung kugelförmig geschliffener Boracite und des Elektricitätswechsels bei höherer Temperatur anschliessen.

Die überwiegende Mehrzahl der Krystalle, welche ich beschreiben werde, stammt aus Lüneburg. Ausser ihnen gelangten zur Untersuchung

auch Boracite von Stassfurt; die Resultate, welche diese lieferten, werden in einem besonderen kleinen Abschnitte zusammengestellt werden.

a. Krystalle mit vorherrschendem Rhombendodekaëder (aus Lüneburg).

Nr. 1. Der Krystall, welcher dem mineralogischen Institut gehört, ist undurchsichtig; ausser dem weitaus vorherrschenden Rhombendodekaëder treten an ihm der Würfel und das glänzende Tetraëder, beide in sehr kleinen Flächen, auf. Die Rhombendodekaëderflächen zeigen fast alle etwas erhöhte Ränder, welche compacter aussehen, als die anliegenden, mehr porösen und rauhen Oberflächentheile. Der Abstand zweier gegenüberliegender Würfelflächen beträgt 7 mm. Der Krystall wurde viermal untersucht, wobei bis zu 40, 60, 70 und 80° erhitzt wurde. Zwischen dem Beginn der Abkühlung und der Bestäubung verflossen 10—20 Secunden.

Die Vertheilung des Pulvers auf dem Krystall war stets sehr deutlich und in den vier Fällen vollständig übereinstimmend. Die Dodekaëderecken mit den glänzenden Tetraëderflächen waren gelb, und dieselbe Färbung bedeckte die von jenen Ecken auslaufenden Kanten bis an die kleinen Würfelflächen hinan. Die nicht abgestumpften dreikantigen Dodekaëderecken waren roth, wie auch die von ihnen auslaufenden Kanten. Im Uebrigen blieb der Krystall farblos; auf den sehr kleinen Würfelflächen liess sich eine deutliche Vertheilung nicht erkennen. Die Figur 1 zeigt das Aussehen des Krystalls.

Nr. 2. Dieser dem mineralogischen Institut gehörige Krystall ist durchscheinend bis durchsichtig und zeichnet sich durch besonders gute Flächenbeschaffenheit aus. Verletzungen sind an ihm keine vorhanden. Die Flächen des vorherrschenden Rhombendodekaëders und die Würfelflächen sind stark glänzend. Auch das eine Tetraëder tritt in ziemlich ausgedehnten, lebhaft glänzenden Flächen auf, während das andere Tetraëder fehlt. Die Kanten, welche von den nicht abgestumpften Dodekaëderecken ausgehen, tragen schmale glänzende Flächen des Triakistetraëders $-\frac{2O2}{2} = \varkappa(2\bar{1}1)$. Alle Formen sind in der vollen Zahl ihrer Flächen vorhanden. Der Abstand zweier gegenüber liegenden Würfelflächen beträgt 7 mm.

An dem Krystall wurden neun Versuche angestellt. Die Temperaturen, von welchen aus abgekühlt wurde, waren 60, 70, 80, 90 und 100°. Zwischen dem Beginn der Abkühlung und Bestäubung wurden Pausen zwischen 10 und 30 Secunden gemacht. Die Bestäubung dauerte in einigen Fällen ganz kurz, in anderen wurde sie länger fortgesetzt. Alle Beobachtungen lieferten übereinstimmende Resultate, welche sich in den folgenden Angaben zusammenfassen lassen. Die Rhombendodekaëder-Ecken mit den glänzenden Tetraëderflächen sind gelb, gleichermassen die kurzen Kanten-

stücke des Dodekaëders, welche zwischen den Tetraëderflächen und den Würfelflächen sich erstrecken. Scharfe Farbenvertheilung findet sich auch auf den letzteren: diese zeigen je eine ganz rothe, und eine ganz gelbe Diagonale, welche nur an ihrem Durchkreuzungspunkt in der Mitte der Fläche unterbrochen sind. Die gelben Diagonalen schliessen sich an die vorhin erwähnten kurzen, gelbgefärbten Kantenstücke des Rhombendodekaëders an; die Färbung der rothen Diagonalen setzt sich fort auf den ihnen anliegenden Dodekaëderkanten bis zu deren Vereinigungspunkten in den nicht abgestumpften Ecken des Dodekaëders. Auch die Gelbfärbung der glänzenden Tetraëderflächen zeigt sich bei näherer Betrachtung als fein gegliedert; nicht die ganzen Tetraëderflächen sind gelb, sondern nur drei scharfe Streifen, welche von den Mittelpunkten dieser Flächen nach den Ecken derselben ausstrahlen. Die Farbenvertheilung auf diesem Krystall zeigt Figur 2.

Nr. 3. Obwohl der soeben beschriebene Krystall das Verhalten der vorherrschend dodekaëdrischen vollkommen klarstellt, will ich doch einen dritten noch kurz anführen, da aus diesem eine der zwei von mir untersuchten Kugeln geschliffen wurde. Der Abstand zweier gegenüber liegender Würfelflächen betrug bei ihm 8,5 mm. Er war ziemlich durchsichtig; an einzelnen Stellen im Innern war er durch kleine flockige Partien getrübt. Seine Flächen waren folgende:

$\infty O = 110$ vorherrschend; im Ganzen glatt und glänzend; nur zwei gegenüber liegende Flächen sind etwas rauher.

$\infty O \infty = 100$, stark glänzend, unverletzt.

$+\frac{O}{2} = \varkappa(111)$, stark glänzend, alle vier Flächen deutlich entwickelt.

$-\frac{O}{2} = \varkappa(1\bar{1}1)$, nur in einer sehr kleinen Fläche auftretend.

$\frac{5O\frac{5}{3}}{2} = \varkappa(531)$, eine kleine glänzende Fläche.

An diesem Krystall wurden sechs Versuche gemacht, in derselben Weise wie bei Nr. 2. Die Resultate waren unter sich und mit den vorigen übereinstimmend. Namentlich ergaben sich deutlich auf den Würfelflächen die beiden verschieden gefärbten Diagonalen.

Auf Beschreibung weiterer Krystalle von dodekaëdrischer Ausbildung verzichte ich: es genüge darauf hinzuweisen, dass unter den vielen, ausser den beschriebenen, von mir untersuchten Krystallen dieser Gattung keiner einen Widerspruch gegen das angegebene Verhalten zeigte. Namentlich liess sich auch das Erscheinen beider Diagonalen auf den Würfelflächen an fast allen grösseren rhombendodekaëdrischen Krystallen nachweisen.

b. Krystalle mit vorherrschendem Würfel (aus Lüneburg).

Nr. 4. Dieser Krystall gehört dem mineralogischen Institut. Er ist undurchsichtig und an dreien seiner Ecken, sowie auf zwei Würfelflächen etwas beschädigt, zeichnet sich aber durch starke elektrische Erregbarkeit aus. Der Abstand zweier gegenüberliegender Würfelflächen beträgt 8 mm. Die weitaus vorherrschenden Würfelflächen zeigen eine feine Streifung, parallel einer Diagonale. Die mässig ausgedehnten Rhombendodekaëderflächen sind glänzend. An den Würfelecken finden sich beide Tetraëder, das glänzende in etwas grösserer Ausdehnung als das matte. Vom Hexakistetraëder ist eine kleine glänzende Fläche zu entdecken.

An dem Krystall wurden sieben Versuche gemacht. Die Temperaturen, von welchen aus abgekühlt wurde, waren 30, 40, 60, 80 und 90°. Bei einigen Versuchen wurde sofort bestäubt, bei den anderen zwischen dem Beginn der Abkühlung und der Bestäubung Pausen bis zu 20 Secunden gemacht. Die Versuche ergaben die glänzenden Tetraëderflächen stark gelb, die matten roth. Auch auf den Würfelflächen fand sich deutliche Farbenvertheilung. Von den Ecken nach den Mitten dieser Flächen erstreckten sich Zungen von derselben Färbung wie die anliegenden Tetraëderflächen. Die Länge dieser Zungen nach der Mitte hin war nicht bei allen völlig gleich; indessen war eine Tendenz zur Diagonalenbildung von allen Ecken aus deutlich erkennbar. Einzelne Störungen waren in ersichtlichem Zusammenhang mit den oben erwähnten Verletzungen des Krystalls. Die Figuren 3 und 5 liefern sorgfältig nach der Natur gezeichnete Bilder des Krystalls und seines Netzes. In dem letzteren sind bloss die weitaus überwiegenden Würfelflächen berücksichtigt; die Färbung der übrigen Krystallflächen wurde auf jene projicirt.

Nr. 5. Kleiner, undurchsichtiger Krystall. Die Flächen des Würfels sind weitaus vorherrschend; eine derselben ist längs einer Würfelkante durch eine glatte Bruchfläche beschädigt. Die Würfelkanten sind abgestumpft durch schmale glänzende Flächen des Rhombendodekaëders; von dem glänzenden Tetraëder sind alle vier Flächen entwickelt. Der Abstand zweier gegenüber liegender Würfelflächen beträgt 4 mm. Der Krystall ist stark erregbar.

Es wurden an ihm vier Versuche gemacht, indem von 35, 60, 70 und 80° aus abgekühlt wurde. Zwischen dem Beginn der Abkühlung und der Bestäubung wurden Pausen von 10 Secunden gemacht. Die glänzenden Tetraëderflächen waren stets gelb, die nicht abgestumpften Würfelecken roth. Die rothen und gelben Diagonalen traten bei allen Versuchen intensiv auf. Es kam zuweilen vor, dass auf einzelnen Flächen eine der beiden Diagonalen vorzuherrschen schien, stets war aber auch die andere erkennbar, und in der überwiegenden Anzahl der Fälle waren beide Diagonalen

gleich deutlich neben einander entwickelt. Es wird dieser Krystall später noch einmal erwähnt werden, da an ihm am eingehendsten der Elektricitätswechsel untersucht wurde. Bei den 17 Versuchen, welche in dieser Hinsicht an ihm angestellt wurden, traten immer auch die Diagonalen auf den Würfelflächen hervor.

Nr. 6. Kleiner wasserheller Krystall, welcher dem mineralogischen Institut gehört. Der Abstand zweier Würfelflächen beträgt 2,5 mm. Der Krystall ist besonders gut und regelmässig ausgebildet; die Flächen sind glatt und wohl erhalten. Ausser dem Würfel zeigt er das Rhombendodekaëder und das glänzende Tetraëder. Es wurden an ihm sechs Versuche gemacht, wobei die Abkühlung von Temperaturen zwischen 35 und 90° erfolgte. Die Bestäubung geschah theils sofort, theils nach Pausen bis zu 20 Secunden. Die Versuche ergaben Uebereinstimmung mit dem Verhalten der Krystalle 4 und 5. Das Aussehen einer Würfelfläche, welche stets die beiden Diagonalen besonders deutlich lieferte, zeigt Figur 4.

Nr. 7. Grosser Krystall, an welchem Würfel und Rhombendodekaëder nahezu im Gleichgewichte sind. Zwei gegenüber liegende Würfelflächen haben im Mittel einen Abstand von 9 mm. Er ist schwach durchscheinend und besitzt folgende Flächen:

$\infty O \infty = 100$, glänzend, mit zahlreichen punktförmigen Vertiefungen. Zwei gegenüber liegende Flächen sind von etwas erhöhten Rändern eingefasst.

$\infty O = 110$, ebenfalls mit vielen ganz kleinen Vertiefungen und glänzend.

$\frac{O}{2} = \varkappa(111)$, stark glänzend, alle vier Flächen gross und deutlich ausgebildet.

$-\frac{2O2}{2} = \varkappa(2\bar{1}1)$, schmale glänzende Flächen, welche die entsprechenden Kanten des Rhombendodekaëders abstumpfen.

$\frac{5O\frac{5}{3}}{2} = \varkappa(531)$, kleine glänzende Dreiecke.

Der Krystall bietet einen sehr regelmässigen Anblick dar, zeigt auch ganz gleichmässige Beschaffenheit seiner Masse. Die Versuche ergaben Uebereinstimmung mit dem Verhalten des dodekaëdrischen Krystalls Nr. 2. Die Würfelflächen zeigten, wie bei letzterem, beide Diagonalen gleich deutlich neben einander. Nur war der Krystall weniger stark erregbar als jener frühere, so dass stets die Bestäubung etwas länger fortgesetzt werden musste. Aus diesem Krystall wurde die zweite Kugel geschliffen.

Mit dem Verhalten der geschilderten stimmte das der übrigen, von mir untersuchten würfelförmigen Krystalle im Ganzen überein. Blos bei

zweien konnte ich keine merkliche Farbenvertheilung entdecken, obwohl dieselben sich im Aussehen von den übrigen nicht unterschieden.

c. Krystalle mit vorherrschenden Tetraëdern (aus Lüneburg).

Krystalle von dieser Gattung, welche hauptsächlich bei Lüneburg gefunden werden, sind seltener als die bisher besprochenen; sie scheinen auch niemals eine solche Grösse zu erreichen, wie die würfelförmigen und die rhombendodekaëdrischen. Wie dieselben in ihrem optischen Verhalten von den zwei genannten Gattungen sich unterscheiden, so habe ich auch in ihrem elektrischen Verhalten sie durchaus abweichend gefunden.

Nr. 8. Wasserheller Krystall von guter Oberflächenbeschaffenheit, welcher dem mineralogischen Institut gehört. Er trägt beide Tetraëder, und zwar zeigen dieselben eine so wenig verschiedene Oberflächenbeschaffenheit, dass der Krystall scheinbar für oktaëdrisch gelten könnte. Die an ihm vorhandenen Flächen sind folgende:

$\frac{O}{2} = \varkappa(111)$, herrschend, ziemlich mattflächig.

$-\frac{O}{2} = \varkappa(1\bar{1}1)$, kleiner, einzelne Flächen sehr klein, mit Unebenheiten, auf den ersten Anblick rauher erscheinend.

$\infty O \infty = 100$, glatt und glänzend.

$\infty O = 110$, glänzend und nach der Seite von $-\frac{O}{2}$ mit unregelmässigen Anwachsstreifen.

$\frac{5O\frac{5}{3}}{2} = \varkappa(531)$, kleine, glänzende Dreiecke.

$-\frac{2O2}{2} = \varkappa(2\bar{1}1)$, als äusserst feine Abstumpfung der entsprechenden Dodekaëderkanten.

Die Entfernung zweier gegenüber liegenden Würfelflächen beträgt 4 mm.

An diesem Krystall wurden 12 Versuche gemacht, welche sich auf einen Zeitraum von mehreren Wochen vertheilten. Die Temperaturen, von welchen aus abgekühlt wurde, variirten zwischen 30° und 100°. Sämmtliche Versuche ergaben mehr oder weniger deutlich das gleiche Verhalten. Gelb erschienen alle sechs Würfelflächen; fünf davon waren stärker gelb, als die sechste, welche an Ausdehnung die kleinste war. Die Mehrzahl der Rhombendodekaëderflächen waren in ihren, den Würfelflächen anliegenden Theilen ebenfalls gelb. Alle acht Tetraëderflächen zeigten Rothfärbung. Auf denselben traten diejenigen Linien stärker hervor, welche von den Mitten der Flächen senkrecht zu den Oktaëderkanten verlaufen. Die rothen Linien setzten sich mehr oder weniger deutlich über die Rhombendode-

kaëderflächen fort. Nicht alle Tetraëderflächen zeigten die dreistrahlige Figur gleich scharf; auf einigen war sie leicht erkennbar, auf den übrigen nur andeutungsweise vorhanden (vergl. Fig. 6).

Nr. 9. Heller, scheinbar oktaëdrischer Krystall. Er zeigt beide Tetraëder, das Rhombendodekaëder, den Würfel und das Hexakistetraëder, letzteres in sehr kleinen glänzenden Flächen. Das grössere Tetraëder ist etwas glänzender als das kleinere. Zwei von den kleineren Tetraëderflächen sammt ihren nächsten Umgebungen sind etwas beschädigt. Die übrigen Flächen sind wohlerhalten und glatt. Der Abstand zweier gegenüber liegender Würfelflächen beträgt 4 bis 4,5 mm.

An diesem Krystall wurden neun Versuche gemacht. Die Temperaturen, von welchen aus abgekühlt wurde, wechselten innerhalb der Grenzen 40° und 100°. Die Versuche ergaben die Würfelflächen stets gelb, und zwar waren vier bestimmte Würfelflächen stark, die zwei anderen, welche übrigens in der Nähe der beschädigten Tetraëderflächen lagen, schwach gelb. Bei allen Versuchen waren sämmtliche Flächen beider Tetraëder roth. Auf einer der kleinen Tetraëderflächen wurde mit grosser Schärfe die beim vorigen Krystall erwähnte, dreistrahlige Figur gesehen. Dieselbe trat bei allen denjenigen Versuchen deutlich hervor, bei denen die Bestäubung etwas länger fortgesetzt wurde. Zwei von den rothen Strahlen setzten sich über die Mitten der anliegenden Dodekaëderflächen fort. Auf einer der anliegenden grossen Tetraëderflächen war die rothe Figur ebenfalls, wenn auch nicht ganz so deutlich wie auf der ersterwähnten Fläche, zu sehen. Die Rhombendodekaëderflächen waren meistens in ihren den Würfelflächen anliegenden Theilen gleichfalls gelb.

Nr. 10. Sehr kleiner durchsichtiger Krystall. Derselbe zeigt ein mattes Tetraëder vorherrschend, daneben die Würfel- und Rhombendodekaëderflächen. Das andere Tetraëder, sowie das Hexakistetraëder sind als ganz kleine glänzende Dreiecke vorhanden; das Triakistetraëder findet sich als sehr feine Abstumpfung der entsprechenden Dodekaëderkanten. Der Krystall ist völlig unbeschädigt. Die Entfernung zweier gegenüber liegender Würfelflächen beträgt 3 mm. Es wurden fünf Versuche gemacht, wobei von Temperaturen ausgegangen wurde, die zwischen 35° und 80° variirten. Die Erkennung der Farbenvertheilung war bei der Kleinheit des Krystalls schwierig. Die Würfelflächen erschienen gewöhnlich gelb; auf den Tetraëderflächen war leichte Rothfärbung bemerkbar. Ganz deutlich zeigte sich auf einer grossen Tetraëderfläche das bei den vorigen Krystallen erwähnte rothe Strahlensystem.

Es möge hervorgehoben werden, dass die Beobachtungen an den drei letzten Krystallen, wenigstens was die Würfelflächen betrifft, mit den An-

gaben Volger's und Hankel's übereinstimmen. In seiner letzten Abhandlung über den Boracit sagt Herr Hankel *):

»Volger beobachtete **) eine starke, und zwar beim Erwärmen negative, beim Erkalten positive Elektricität auf den kleinen lebhaft glänzenden Würfelflächen, welche die Kanten der tetraëdrischen Krystalle vom Schildstein bei Lüneburg abstumpfen.«

An den von Herrn Hankel selbst untersuchten tetraëdrischen Krystallen fand er das Verhalten fast aller Würfelflächen mit dem eben angegebenen übereinstimmend ***); zwischen den zweierlei Tetraëderflächen dagegen fand er in der Mehrzahl der Fälle denselben elektrischen Gegensatz, der bei den würfelförmigen und rhombendodekaëdrischen Krystallen zwischen diesen Flächen besteht.

Versuche an Boracitkugeln.

Das Schleifen der Kugeln wurde in der Werkstätte der Herren Stern in Oberstein besorgt. Die grössere von beiden Kugeln war dem Krystall Nr. 7 entnommen; ihr Durchmesser beträgt 8,3 mm. Ihre Oberflächenbeschaffenheit ist im Ganzen gut und gleichartig, wenn auch zahlreiche punktförmige Grübchen auf ihr vorhanden sind. Behufs Vornahme der Bestäubung wurde sie auf die mit einem ganz kleinen Krater versehene Spitze eines Korkkegels aufgesetzt. Bei den sechs angestellten Versuchen ergab sich übereinstimmend das in Figur 7 gezeichnete, die Kugel bedeckende farbige Netz. Die Figur ist mit allen Einzelheiten der Vertheilung des Pulvers gezeichnet. Die Abkühlung erfolgte von den Temperaturen 70, 80, 90, 100 und 105° aus. Es wurde immer zwischen dem Beginn der Abkühlung und der Bestäubung eine Pause von 25 Secunden gemacht; die Bestäubung musste ziemlich lange fortgesetzt werden, dem entsprechend, dass der ganze Krystall schon eine etwas schwächere Erregbarkeit gezeigt hatte.

Nach dem letzten Versuch wurden auf dieser Kugel diejenigen vier Punkte, von denen je drei der gelben Linien ausgehen, mit dem Diamantgriffel bezeichnet, und sodann jeder derselben mit den ihm benachbarten durch mit Tinte aufgetragene grösste Kreisbögen verbunden; das so erhaltene Liniensystem fällt zusammen mit dem einen Theil der Bestäubungsfigur auf der Kugel. Als die gewonnenen sphärischen Dreiecke mit dem Zirkel verglichen wurden, zeigte sich, dass dieselben in ihrer Grösse merkliche Ungleichheiten besassen, während doch die Winkel für das Augenmaass als solche von 120° erschienen. Es wurden die gradlinigen Entfer-

---

*) Abhandl. der sächs. Ges. der Wiss., math.-phys. Klasse 1859, 4, 157.

**) Versuch einer Monographie des Boracits; Hannover 1855, S. 144.

***) Abhandl. der sächs. Ges. der Wiss., math.-phys. Klasse 1859, 4, 245 u. ff.

nungen der vier eingeritzten Punkte mittelst des Zirkels gemessen; dieselben ergaben Werthe innerhalb der Grenzen 6,5 und 7,3 mm.

Die zweite dem Krystall Nr. 3 entnommene Kugel besitzt einen Durchmesser von 6 mm. Sie zeigt nur ganz wenige punktförmige Vertiefungen und ist im Uebrigen glatt, und grösstentheils durchsichtig. Es wurden an ihr drei Versuche gemacht unter Benützung eines dem vorhin erwähnten gleichen Korkuntersatzes. Sie lieferten dasselbe Resultat wie bei der vorigen Kugel. Das farbige Netz zeigte zwar an einigen Stellen leichte Störungen, doch war der Gesammtanblick ganz der der Figur 7. Diese Kugel wurde später bei Untersuchung des Elektricitätswechsels bis auf 220° erhitzt und änderte dadurch sichtlich ihre Structur. Sie wurde dauernd milchig trüb, und es entstanden mehrere Sprünge. Als die Kugel wiederum auf 80° erhitzt und bei der darauf folgenden Abkühlung untersucht wurde, zeigte sich eine undeutliche und verschwommene Vertheilung des Pulvers, in der die früher vorhandenen farbigen Linien nur mit Mühe zu erkennen waren.

Untersuchung des Elektricitätswechsels.

Diese wurde an 16 Krystallen vorgenommen, worunter sich namentlich Nr. 4 und 5 befanden. Da die Krystalle im Allgemeinen durch hohe Erhitzung beschädigt werden, indem entweder Sprünge auftreten, oder an einzelnen Stellen die Krystallsubstanz in ein weisses mehliges Pulver sich umwandelt, so schien es wünschenswerth, unter Anwendung von nicht allzuhoch die Siedehitze des Wassers übersteigenden Temperaturen die Umkehrung der Elektricität nachzuweisen. Dies gelang am besten bei dem Krystall Nr. 5. An ihm wurde bei 105° ein Wechsel beobachtet, wie aus den folgenden, bei den Versuchen gemachten Angaben hervorgehen wird. Es wurden im Ganzen 17 Versuche an diesem Krystall gemacht, indem von Temperaturen ausgegangen wurde, welche zwischen 130° und 100° schwankten.

Versuch 1. Der Krystall wurde im Luftbad auf 130° erhitzt, und bei 120° herausgenommen. Nach 10 Secunden erfolgte die Bestäubung. Die Würfelecken mit den glänzenden Tetraëderflächen wurden roth, die übrigen gelb. Auch die rothen und gelben Diagonalen traten hervor. Die Bestäubung währte nur ganz kurze Zeit. Bei Betrachtung des Krystalls zeigte sich bald, dass allerorten, besonders an den Ecken, das Pulver wegzufliegen begann. Als er fast ganz entblösst war, wurde er zum zweiten Male bestäubt und zeigte nun in sehr deutlicher und regelmässiger Weise die der oben beschriebenen entgegengesetzte Vertheilung. Die rothen und gelben Diagonalen traten lebhaft hervor.

Versuch 2. Beginn der Abkühlung bei 110°. Die Bestäubung erfolgt

nach 10 Secunden. Die Färbung ist schwach. Die Würfelecken mit glänzenden Tetraëderflächen erscheinen roth, die übrigen gelb.

Versuch 3. Beginn der Abkühlung bei 105°. Die Bestäubung erfolgt nach 10 Secunden. Oben und auf den Seitenflächen erweist sich der Krystall gänzlich unelektrisch. Unten ist eine glänzende Tetraëderfläche roth gefärbt.

Versuch 4. Beginn der Abkühlung bei 100°. Die Bestäubung erfolgt nach 10 Secunden. Die Färbung ist schwach. Die Würfelflächen mit glänzenden Tetraëderflächen erscheinen gelb, die übrigen roth.

Diese Versuche wurden mehrfach mit demselben Erfolge wiederholt. Wenn von 105° ausgegangen wurde, kam es auch vor, dass ein Mal zwei glänzende Tetraëderflächen roth waren, ein anderes Mal eine nicht abgestumpfte Würfelecke gelb erschien, während im Uebrigen der Krystall keine merkliche Färbung zeigte.

Bei den übrigen Krystallen, die untersucht wurden, schien die Temperatur, bei welcher der Wechsel eintritt, höher zu liegen. Der Krystall Nr. 4 zeigte, als er bei 120° der Abkühlung ausgesetzt wurde, zwei glänzende Tetraëderflächen roth, während die Farbenvertheilung auf den übrigen Flächen undeutlich und schwach war. Bei mehreren rhombendodekaëdrischen Krystallen von geringerer Grösse wurde bis zu 130° gegangen, ohne dass ein Wechsel eintrat. Bemerkenswerth erschien indess bei diesen, dass kurze Bestäubung bei der genannten Temperatur nur eine sehr schwache Färbung lieferte, während bei etwas später vorgenommener zweiter Bestäubung Gelb und Roth stets sehr kräftig in der normalen Weise hervortraten.

Boracite von Stassfurt.

Krystalle dieses Fundortes sind sehr selten. Von Herrn Prof. Groth erhielt ich aus der Sammlung des mineralogischen Instituts fünf zur Untersuchung geeignete Stücke, zwei vorherrschend würfelförmige und drei vorherrschend tetraëdrische. Die tetraëdrischen unterscheiden sich von den unter c. beschriebenen aus Lüneburg dadurch, dass sie nur ein einziges, stark glänzendes Tetraëder besitzen. Die würfelförmigen zeigen zwei Tetraëder, welche der Ausdehnung nach verschieden sind, und von welchen das kleinere etwas weniger eben und glänzend zu sein scheint. An dem letzteren, welches nur in ganz winzigen Flächen auftritt, erscheinen zuweilen auch Andeutungen von unvollkommen ausgebildeten Flächen des Triakistetraëders und des Hexakistetraëders. Im Allgemeinen zeigen die Boracite von Stassfurt lebhafteren Glanz und schärfere Begrenzung als die Krystalle von Lüneburg.

Die zwei würfelförmigen Krystalle stimmten in ihrem elektrischen Verhalten mit den früher beschriebenen überein. Die Würfelecken mit den

grösseren Tetraëderflächen erschienen bei der Abkühlung gelb, die mit den kleineren roth. Auch das Auftreten der farbigen Diagonalen wurde fast auf allen Flächen beobachtet. Der Abstand zweier gegenüber liegender Würfelflächen betrug bei dem einen dieser Krystalle 3 mm, beim anderen 2,3 mm.

An den drei vorherrschend tetraëdrischen Krystallen waren die Tetraëderkanten durch schmale Flächen des Würfels abgestumpft, die Ecken durch kleine Flächen des Rhombendodekaëders zugespitzt. Die Höhe des grösseren betrug 2,0 mm, die der zwei übrigen je 1,3 mm. Trotz dieser Kleinheit der Krystalle ergaben sich die Bestäubungsfiguren auf allen mit grosser Schärfe. Gelb erschienen die Tetraëderflächen bis an den Rand der Würfelflächen hinan, roth waren die vier Spitzen des Tetraëders; die Würfelflächen erwiesen sich fast in ihrer ganzen Ausdehnung als unelektrisch (vergl. Fig. 8).

Die fünf erwähnten Krystalle waren sämmtlich unbeschädigt. Abgekühlt wurde in den einzelnen Fällen von Temperaturen zwischen 80° und 100° aus.

Schlussfolgerungen.

Im Vorstehenden ist das pyroelektrische Verhalten der rhombendodekaëdrischen, würfelförmigen und tetraëdrischen Boracite geschildert worden. Dasselbe berechtigt zu folgenden Betrachtungen.

Wenn einem Boracitkrystall, an welchem entweder das Rhombendodekaëder oder der Würfel vorherrscht, ein kleineres, vollständiges Rhombendodekaëder so eingezeichnet gedacht wird, dass seine krystallographischen Hauptaxen mit denen des einen oder anderen der genannten Körper zusammenfallen, und man projicirt die Kanten des Hülfsdodekaëders auf die Krystalloberfläche, so ergiebt sich auf dieser ein Liniensystem, welches dieselbe in einzelne Felder eintheilt. Dieses Liniensystem fällt zusammen mit der Bestäubungsfigur, die bei der Temperaturänderung auf den dodekaëdrischen, beziehungsweise würfelförmigen Boracitkrystallen erhalten wird (vergl. Fig. 10 und 12). In beiden Fällen ist die eine Hälfte des Liniensystems gelb, die andere roth gefärbt. Gelb erscheinen bei der Abkühlung diejenigen Linien, welche die Mittelpunkte der glänzenden Tetraëderflächen auf der Krystalloberfläche verbinden, roth diejenigen, welche zu den obengenannten symmetrisch liegen mit Bezug auf eine beliebige Hauptsymmetrieebene des regulären Systems.

Während diese Angaben sich auf die Erscheinungen an der Oberfläche eines dodekaëdrischen oder würfelförmigen Boracitkrystalls beziehen, lehren die Versuche an den Kugeln das pyroelektrische Verhalten im Innern

desselben kennen. Auch auf den Kugeln fällt die Bestäubungsfigur zusammen mit einem Liniensystem, welches sich ergiebt, wenn die Kanten eines der Kugel eingezeichneten Rhombendodekaëders auf ihre Oberfläche projicirt werden. Das Rhombendodekaëder ist, wie in den beiden vorigen Fällen, so zu orientiren, dass seine krystallographischen Hauptaxen zusammenfallen mit den Axen des ursprünglichen Krystalls, aus welchem die Kugel entnommen wurde.

Denkt man sich nun die Kugel umschlossen von der Oberfläche eines vorherrschend rhombendodekaëdrischen Krystalls, diese letztere von derjenigen eines vorherrschend würfelförmigen, während die krystallographischen Hauptaxen aller drei Gebilde zusammenfallen, so sieht man, dass die auf denselben sich ergebenden Bestäubungsfiguren vom gemeinschaftlichen Mittelpunkte aus in denselben projicirenden Ebenen erscheinen (vergleiche Fig. 9, 10, 12). Im Folgenden sollen die in diesen Ebenen enthaltenen Ebenenstücke, welche vom Mittelpunkte bis zu den Bestäubungslinien auf der Oberfläche eines Krystalls der beiden Gattungen sich erstrecken, das Ebenensystem E_1 genannt werden. Dasselbe bildet zwölf vierseitige Pyramiden, deren Spitzen im Krystallmittelpunkte vereinigt sind.

Dieses Ebenensystem E_1 ist der Sitz der elektrischen Erregbarkeit in den dodekaëdrischen und würfelförmigen Boracitkrystallen. In demselben kommt der Krystallmasse ein anderes physikalisches Verhalten zu, als in den anliegenden Theilen. Dass diese Zustandsverschiedenheit dauernd an die das Ebenensystem erfüllende Masse geknüpft und von der äusseren Begrenzung unabhängig ist, geht aus der bei der grösseren Kugel nachgewiesenen Ungleichheit der dort erwähnten sphärischen Dreiecke hervor. Diese Ungleichheit ist darauf zurückzuführen, dass Krystallmittelpunkt und Kugelmittelpunkt nicht zusammenfielen.

Für die scheinbar oktaëdrischen Krystalle, an welchen stets die Würfelflächen zugleich auftreten, ist die Bestäubungsfigur im Normalfall folgendermassen zu beschreiben (vergl. Fig. 11):

In den scheinbar oktaëdrischen Boracitkrystall denke man sich einen Würfel so eingezeichnet, dass dessen krystallographische Hauptaxen mit denen des Krystalls zusammenfallen. Die Kanten dieses Würfels werden auf die Krystalloberfläche central projicirt. Das hierdurch erhaltene Liniensystem, welches sechs geschlossene Felder bildet, fällt zusammen mit dem einen Theil der Bestäubungsfigur. Der andere Theil wird gebildet durch die in ganzer Ausdehnung mit Staub bedeckten, die Mitte jener Felder einnehmenden Würfelflächen. Auf diesen Würfelflächen einerseits und in jenem Liniensystem andererseits werden gleichzeitig entgegengesetzte Elektricitäten entwickelt.

An die bisherigen Angaben sind folgende Bemerkungen zu knüpfen:

Die Elektricität ist auf den Boracitkrystallen im Allgemeinen nicht über ganze Flächen, sondern längs einzelner Linien vertheilt.

Der Boracit theilt nicht die der Mehrzahl der Krystalle zukommende Eigenschaft, in jedem Volumelement, unabhängig von dessen Lage im Krystall, nach denselben Richtungen dasselbe physikalische Verhalten zu zeigen.

Die würfelförmigen und rhombendodekaëdrischen Boracite, sowie die nur ein Tetraëder zeigenden von Stassfurt entwickeln an den ungleich ausgebildeten Enden der trigonalen Axen Elektricitäten von entgegengesetzten Zeichen; bei den scheinbar oktaëdrischen Krystallen von Lüneburg haben die an den Enden der genannten Axen entwickelten Elektricitäten gleiches Zeichen. Diese Verschiedenheit im Verhalten der ein einziges Tetraëder zeigenden und der scheinbar oktaëdrischen Boracite lässt den Einfluss der Krystallgestalt auf das Vorzeichen der entwickelten Elektricitäten erkennen.

Ferner ist hinzuweisen auf die höchst auffällige Uebereinstimmung, welche zwischen dem Verlauf der Bestäubungslinien und dem der früher erwähnten optischen Grenzlinien herrscht (vergl. Fig. 10, 11, 13, 14). Die elektrische Erregbarkeit beschränkt sich bei den würfelförmigen und rhombendodekaëdrischen Krystallen nicht auf die Oberfläche; sie setzt sich in dem Ebenensystem E_1 in das Innere der Krystalle fort, wie die Versuche an den Kugeln beweisen; auch die optischen Grenzlinien fallen im Innern der Krystalle nach Mallard und Klein in diese Ebenen. Bei den scheinbar oktaëdrischen Krystallen fallen diese Grenzlinien auf der Oberfläche wie im Innern in die die Würfelkanten projicirenden Ebenen; dass sich in diesen Ebenen auch die elektrische Erregbarkeit in das Innere hinein fortsetzt, ist wohl wahrscheinlich, konnte aber wegen der Kleinheit und des seltenen Vorkommens der Krystalle dieser Gattung nicht nachgewiesen werden.

Die Bestäubungslinien auf den rhombendodekaëdrischen und den würfelförmigen Krystallen sind mittelst eines Hülfsdodekaëders, die auf den scheinbar oktaëdrischen Krystallen mittelst eines Hülfswürfels beschrieben worden; statt dieser zwei verschiedenen Hülfskörper lässt sich ein einziger dritter, nämlich ein Tetraëder, einführen. Nennen wir, um dies nachzuweisen, in den die Würfelkanten central projicirenden Ebenen diejenigen Ebenenstücke, welche vom Mittelpunkte eines scheinbar oktaëdrischen Krystalls bis zu den Bestäubungslinien auf seiner Oberfläche sich erstrecken, das Ebenensystem E_2. Stellt man sich nun gleichzeitig ein

Rhombendodekaëder, einen Würfel und ein Tetraëder vor, deren krystallographische Hauptaxen zusammenfallen, so bemerkt man, dass die durch den Axenmittelpunkt und die Tetraëderkanten bestimmten unbegrenzten Ebenen sowohl das Ebenensystem E_1, als das Ebenensystem E_2 enthalten. Diese so eben definirten Ebenen mögen das Ebenensystem E heissen. Es bleibt dasselbe, welches der zwei möglichen complementären Tetraëder ausgewählt wird. Es fallen also bei den dodekaëdrischen, würfelförmigen und den scheinbar oktaëdrischen Krystallen sowohl die Bestäubungslinien, als die optischen Grenzlinien in ein und dasselbe Ebenensystem E. Die in letzterem enthaltenen Ebenensysteme E_1 und E_2 decken sich nicht; sie ergänzen sich gleichsam zum Ebenensystem E. Dieser letztere Umstand zeigt, wie eine den drei genannten Gattungen allgemein zukommende Eigenschaft durch die Krystallgestalt modificirt wird.

Im Vorstehenden sind beobachtete Thatsachen mitgetheilt worden. Es liegt nahe, über deren Ursachen Ueberlegungen anzustellen; insbesondere die Analogie zwischen den optischen und den elektrischen Erscheinungen fordert hierzu auf.

Die Untersuchungen des optischen Verhaltens des Boracits haben es wahrscheinlich gemacht, dass dasselbe durch Spannungszustände in der Krystallmasse bedingt ist. In den schmalen Streifen, welche die früher erwähnten optischen Felder trennen und welche in die Ebenensysteme E_1 bezw. E_2 fallen, müssten die Beträge der Spannungen verschieden sein von den in den anliegenden Theilen herrschenden.

Contractionen und Dilatationen sind, wie die Herren J. und P. Curie experimentell nachgewiesen haben*), bei einer grossen Zahl von Krystallen, welche zugleich pyroelektrisch sind, von Elektricitätsentwicklung begleitet. Die bei der Contraction einerseits, bei der Dilatation andererseits, entwickelten Elektricitäten haben entgegengesetztes Zeichen. Zu diesen Krystallen gehört nach den Beobachtungen der genannten Herren auch der Boracit. J. und P. Curie haben aus ihren Versuchen den Schluss gezogen, dass das Auftreten der Pyroelektricität nur bedingt ist durch die Spannungsänderungen, welche die Temperaturänderung begleiten.

Wenn die Richtigkeit dieser Hypothese vorausgesetzt werden darf**), so führen die elektrischen Erscheinungen am Boracit zu der Annahme, dass die diesem Mineral behufs Erklärung seiner optischen Eigenschaften zugeschriebenen inneren Spannungen von der Art sind, dass sie bei der

*) Compt. rend. 1880, II. Sem. pag. 294. Diese Zeitschr. 6, 291.

**) Auch Herr W. C. Röntgen hat sich neuerdings dieser Auffassung mit Bezug auf den Quarz angeschlossen. Vergl. Wiedemann's Annalen 19, 513.

Temperaturänderung in den Ebenensystemen E_1 bezw. E_2 sich am stärksten ändern.

Ueber die Art und Weise, auf welche solche Spannungen, wie sie am Boracit vorausgesetzt worden sind, durch Wachsthum und Form der Krystalle bedingt sein können, wissen wir bis jetzt nichts Sicheres. Die Beantwortung solcher Fragen bleibt weiterer Beobachtung und Speculation, vielleicht auch mathematischer Behandlung vorbehalten.

Strassburg, Physik. Institut. Juni 1883 *).

*) Bei der Redaction eingegangen Anfang November 1883. P. G.

XXVII. Auszüge.

1. G. Brügelmann (in Wiesbaden): **Ueber die Krystallisation** (chem. Centralblatt 1882, Nr. 33, S. 1—7). Entgegen der herrschenden Anschauung, zufolge welcher nur isomorphe Körper im Stande sind, gemeinschaftlich zu einem klaren, einheitlichen Krystall zusammen zu krystallisiren, findet der Verf., »dass Verbindungen jeder Art, also auch der ungleichartigsten atomistischen Constitution, doch dieselbe Krystallform annehmen können, dergestalt, dass es gelingt, solche Verbindungen nach Massgabe gleicher Verhältnisse für den Uebergang aus dem flüssigen oder gasförmigen in den festen Zustand in veränderlichen Verhältnissen zusammenkrystalliren zu lassen.« Es ist »niemals ein gleichzeitiges aber getrenntes Krystallisiren verschiedener Verbindungen denkbar, und in der That konnte ein solches auch bei besonders angestellten Versuchen keinmal constatirt werden.«

Mischungen, welche besonders geeignet sind diese Thesen zu veranschaulichen und zu controliren, sind:

1) $(CuSO_4 + 5\,aq) + (K_2Cr_2O_7)$,
2) $(CuSO_4 + 5\,aq) + (CoCl_2 + 6\,aq)$,
3) $(NiSO_4 + 7\,aq) + (CoCl_2 + 6\,aq)$,
4) $(Na_2B_4O_7 + 10\,aq) + KClO_3$

(ausserdem $KClO_4 + KCl$ zusammen geschmolzen).

Die Lösungen wurden stets kalt gesättigt und in Portionen von 25 bis 100 ccm der freiwilligen Verdampfung überlassen. Die Krystalle zeigten schon durch die Art ihrer Färbung, welche übrigens in verschiedenen Regionen desselben Krystalls häufig wechselte, dass Mischkrystalle vorlagen, doch wurden auch zumal bei weissen Mischungen qualitative Analysen vorgenommen, die dann als beweisend anerkannt wurden, wenn die betreffenden Bestandtheile in beträchtlicher Menge gefunden wurden (1). Ref.: O. Lehmann.

2. Derselbe: Ueber die Krystallisation (Ebenda 1883, Nr. 30—32, S. 1—16). Die Arbeit verfolgt den Zweck, das in der vorigen nur vorläufig festgestellte neue »Fundamentalgesetz der combinirten Krystallisation« durch genaue quantitativ-analytische Untersuchungen vollgültig zu beweisen. Diesen experimentellen Beweisen werden einige theoretische Betrachtungen vorangestellt, welche darthun sollen, dass sich das Gesetz eigentlich schon

(1), (2) u. s. w. siehe am Schlusse von Nr. 3.

ganz a priori deduciren lässt. »Alle hier in Betracht kommenden Krystallisationsvorgänge lassen sich eintheilen, erstens in solche der Abscheidung eines gelösten Stoffes aus einem lösenden (Lösungen), und zweitens in solche des Erstarrens der ganzen Masse (Mischungen)« (2). »Wenn verschiedene Stoffe im Zustande der durch die Schmelzung oder Lösung bedingten innigen gegenseitigen Durchdringung gleichzeitig fest werden, so ist ein Ausweichen der einzelnen Theile, welches einem gesonderten Krystallisiren vorausgehen müsste, unmöglich und daher, wenn überhaupt Krystallisation stattfindet, die Entstehung von Mischkrystallen die unbedingte Folge« (3).

»Dass Schmelzgemische, sobald sie gleichen Erstarrungspunkt haben, bei überhaupt eintretender Krystallisation nicht anders können, als zusammenkrystallisiren, das wird wohl Niemand bestreiten« (4). »Alle in der Literatur vorkommenden Angaben, verschiedene Substanzen seien gleichzeitig neben einander krystallisirt, sind also mit den Resultaten vorliegender Untersuchungen unvereinbar.« Die analytischen Untersuchungen beziehen sich auf folgende Combinationen:

I. $(CuSO_4 + 5\,aq) + K_2Cr_2O_7$.

Gefunden im Mischkrystall:	$CuSO_4$	K_2SO_4	aq.
Erste Fraction	38,59	46,02	15,39
Zweite Fraction	40,50	35,03	24,47

II. $NaClO_3 + (Na_2B_4O_7 + 10\,aq)$.

Gefunden im Mischkrystall:	$NaClO_3$	$Na_2B_4O_7$	aq.
	89,19	4,70	6,11

III. $NaCl + NaClO_3$.

Gefunden im Mischkrystall:	$NaCl$	$NaClO_3$
Erster Krystall	2,53	97,47
Zweiter Krystall	3,31	96,69

IV. $NaCl + NaNO_3$.

Gefunden im Mischkrystall:	$NaCl$	$NaNO_3$
	4,27	95,73

V. K-Al-Alaun $+ (BeSO_4 + aq)$.

Gefunden im Mischkrystall:	$(K_2SO_4 + Al_2S_3O_{12})$	$BeSO_4$	aq
	7,09	30,75	62,17

VI. $NaCl + (Na_2S_2O_3 + 5\,aq) + (Na_3C_6H_5O_7 + 5\,aq) + aq$.

	$NaCl$	$(Na_2S_2O_3 + 5\,aq)$	$(Na_3C_6H_5O_7 + 5\,aq)$	aq
Mischkrystall	4,90	45,41	8,64	41,06
Andere Krystallhälfte	0,84	40,81	21,44	37,67
Andere Fraction	2,87	43,52	18,46	35,74
Anderer Krystall	1,51	43.86	19.73	35,04
Andere Krystallhälfte	1,36	46.43	17.67	34.71
Andere Fraction	5.72	40.95	20,73	32,75
Andere Krystallhälfte	1,81	42,08	21,10	34,15

VII. $(Na_2S_2O_3 + 5\,aq) + (Na_2HPO_4 + 12\,aq) + NaNO_3$
$+ (Na_2B_4O_7 + 10\,aq) + (C_2H_3NaO_2 + 3\,aq) + aq$.

Die Resultate ähnlich den vorigen (12 verschiedene Fractionen). Bei der Analyse wurde jeweils nur ein einzelner Krystall oder ein Theil eines solchen verwendet, nachdem etwa anhaftende Mutterlauge mittelst Filtrirpapier sorgfältig entfernt war.

Bezüglich der Form der Krystalle findet sich nur die Mittheilung, dass bei der Combination Nr. VII in denselben im Allgemeinen die Formen des unterschwefligsauren (monosymmetrisch), des salpetersauren (hexagonal) und des essigsauren Natrons (monosymmetrisch) wiederzuerkennen sind. Optische Untersuchungen wurden ebenfalls nicht vorgenommen. Der Verf. äussert sich hierüber wie folgt:

»Die gewonnenen Ergebnisse eröffnen demnach mit Nothwendigkeit, dass Mischkrystalle, welche sich bei wechselnder Temperatur gebildet haben, chemisch-inhomogen sind, und dass demnach eine darauf hinzielende optische Untersuchung, in welcher Weise die Eigenschaften der Componenten des Krystalls in demselben modificirt oder wiederzuerkennen sind, nur dann Sinn haben kann, — und es gilt dies auch von den isomorphen Mischungen Mitscherlich's und seiner Nachfolger — wenn der Krystall in einer womöglich absolut constanten, die Löslichkeits- und Abscheidungsverhältnisse von Anfang bis zu Ende gleichmässig regelnden Temperatur, d. h. in einer für diese Temperatur gesättigten Flüssigkeit gewachsen, wenn er also kurzweg durchaus chemisch-homogen beschaffen ist.«

Kleine Temperaturschwankungen können nicht nur grosse Unterschiede in den Resultaten, sondern sogar vollständiges Nacheinanderkrystallisiren bedingen.

»Da nun aber bei bestimmter Temperatur bestimmte Mischungsverhältnisse zu erwarten sind, so wird es voraussichtlich mit Hülfe empfindlicher Thermoregulatoren gelingen, das Gebiet abzugrenzen, innerhalb dessen verschiedene Stoffe einerseits aufhören zusammenzukrystallisiren und andererseits am vollständigsten zusammenkrystallisiren. Innerhalb dieser durch ein bestimmtes Temperaturintervall bestimmten Grenzen wird man alsdann bei genau constanten Temperaturen auch diesen entsprechend constant zusammengesetzte Mischkrystalle erhalten müssen.« Aendert sich die Temperatur sehr rasch, so entstehen nicht mehr Mischkrystalle, sondern Schichtkrystalle, die eine Substanz überzieht sich mit einem Ueberzug der anderen, indess nur dann, wenn die in jedem Zeitmomente zur Abscheidung gelangende Masse prädisponirt ist, dieselbe Form wie die schon gebildeten Exemplare anzunehmen, »andernfalls scheidet sich eine neue Krystallisation von anderem Habitus ab, welche auch aus einzelnen Componenten allein bestehen kann«.

»Die Vereinigung wasserfreier Verbindungen mit dem Krystallwasser geht«, den oben gegebenen Tabellen zufolge, »nicht immer nach bestimmten Verhältnissen vor sich.«

»Von diesen Ueberlegungen ausgehend, halte ich es für ganz gerechtfertigt, im Wasser eine, und zwar die erste Verbindung zu erblicken, welche in allen Systemen und innerhalb dieser in den verschiedensten Formen zu krystallisiren vermag. Ich betrachte also einen wasserhaltigen Krystall als eine isomorphe Mischung des Wassers mit dem wasserfreien Körper . . .« (5).

Es folgt noch eine Reihe von Citaten, welche zeigen, dass es unter Umständen nicht möglich ist, durch Umkrystallisiren eine krystallisirbare Substanz von aufgenommenen Farbstoffen und dergl. zu befreien (6), alsdann ein Warnruf an die Chemiker, sich nicht auf krystallographische Untersuchungen, wie sie von dem Ref. vorgeschlagen seien, zu verlassen (7), und schliesslich einige Betrachtungen über Verwerthung des »neuen Fundamentalgesetzes« bei mineralogischen Studien.

»Nach diesen Auseinandersetzungen erweist sich der Zusammenhang zwi-

schen der Mineralogie und der Krystallographie einerseits und der Chemie andererseits, insofern es sich darum handelt, mit Zugrundelegung der chemisch-analytischen Methode einen Einblick in die chemische Constitution der Mineralien zu gewinnen und dieser in einer rationellen Formel Ausdruck zu verleihen, bedeutend gelockert.« . . . . »Von diesen Gesichtspunkten ausgehend, sagte ich mit vollem Recht am Schlusse meiner ersten Mittheilung, dass »alles in allem physikalische Momente (8) und nicht, wie man bisher angenommen habe, die chemische Zusammensetzung das wesentlich Bedingende für die Art der Krystallisation sei.« Ref.: O. Lehmann.

8. Derselbe: Krystallisationsversuche als Beispiele für Berthollet's Lehre von der Verwandtschaft (Ebenda 1882, Nr. 33, S. 6—7). Diese Versuche sind die folgenden:

1) Mischung von $CoCl_2$ und $NiSO_4$. Erst krystallisirten aus der 30 ccm im Ganzen messenden Lösung Mischkrystalle der Sulfate beider Metalle, dann Krystalle, welche auch die Chloride enthielten, schliesslich solche mit vorwiegendem Chlorid.

2) Mischung von $CuSO_4$ und $CoCl_2$. Ebenso.

3) Mischung von $K_2Cr_2O_7$ und $CuSO_4$.

Zuerst Mischkrystalle der Sulfate, dann krystallinische Masse, welche beide Metalle vorherrschend an Chromsäure gebunden enthielt (9).

Ref.: O. Lehmann.

Bemerkungen des Referenten zu den vorstehenden drei Abhandlungen des Herrn Dr. G. Brügelmann (hierzu Taf. IX, Fig. 81 bis 83). Um mich kürzer fassen zu können, habe ich die Hauptsätze in vorstehenden Abhandlungen numerirt. Meine Einwände bezüglich derselben sind die folgenden:

(1) Um zu erfahren, wie sich diese Mischungen bei mikrokrystallographischer Untersuchungsmethode, bei welcher die Bedingungen der Krystallisation wesentlich andere sind, verhalten würden, machte ich einige Proben hierüber. In Folge meines Eintretens in eine neue Stellung mussten weitere Versuche leider vorläufig aufgegeben werden. Die Resultate sind:

A. Kupfervitriol und dichromsaures Kali. Krystalle beider Substanzen wuchsen aus langsam verdunstender Lösung gleichzeitig dicht neben einander wie Fig. 81, Taf. IX zeigt. Die dunkel schraffirten sind diejenigen des $K_2Cr_2O_7$.

B. Kupfervitriol und Kobaltchlorür sehr complicirt, wegen Bildung von Mischkrystallen und Molekülverbindungen.

C. Nickelsulfat und Kobaltchlorür. Ebenso.

D. Borax und chlorsaures Kali. Die Krystalle beider Substanzen wuchsen aus erkaltender Lösung gleichzeitig dicht neben einander, wie Fig. 82 zeigt. Das gestreifte ist chlorsaures Kali. Namentlich wurde constatirt, dass bei a das Wachsthum durchaus gleichzeitig stattfand. Fig. 83 zeigt diese Ecke nach Verlauf einiger Zeit. Die Linie ab war schief, wie es dem gleichzeitigen Wachsthum entspricht.

(2) Nach meiner Ansicht sind Schmelzflüsse ebenfalls Lösungen (cf. Physikalische Isomerie*)).

*) Diese Zeitschr. 1, 97 f. 1877.

(3) Sind zwei Substanzen gleichzeitig in Lösung, z. B. KCl und KNO_3, so kann nach meinen Anschauungen jede derselben hinsichtlich der Krystallisationserscheinungen betrachtet werden als gelöst in der Lösung der anderen. Die betrachtete Lösung kann demnach aufgefasst werden als Lösung von KCl in KNO_3-Lösung oder als Lösung von KNO_3 in KCl-Lösung. Die Temperatur der Ausscheidung einer Substanz aus einer Lösung wird nun bedingt durch das Vorhandensein von Ansatzpunkten. Sei z. B. gegeben eine heisse Lösung von KCl, die etwa bei 50° gesättigt ist. Ein eingehängter KCl-Krystall löst sich, so lange die Lösung noch heiss ist, auf und fährt fort sich aufzulösen, bis die Temperatur auf 50° gesunken ist. Sinkt sie unter 50°, so wächst derselbe. Ein eingehängtes Stück Kohle*) würde vielleicht schon bei 60° eine Ausscheidung veranlassen, dieselbe kann jedoch nur einen äusserst dünnen Ueberzug auf der Kohle veranlassen, da ein dickerer sich eben wie ein KCl-Krystall verhalten würde. (Hierher gehören die sog. Absorptionserscheinungen von Farbstoffen**) etc.) Ein eingehängtes Stück Glas würde vielleicht erst bei 40° eine Ausscheidung veranlassen. Man könnte also die Lösung bis 40° abkühlen, ohne dass sie krystallisirt. (Hierher gehören die Erscheinungen der übersättigten Lösungen und überkühlten Schmelzflüsse.)

Die genannte Lösung hätte also mehrere Sättigungspunkte, nämlich einen Sättigungspunkt bezüglich Kohle (60°), einen solchen bezüglich KCl (50°) und einen solchen bezüglich Glas (40°), kurz einen Sättigungspunkt für jeden beliebigen festen Körper.

Ist eine Lösung eines Gemenges gegeben, z. B. von KCl und KNO_3, so wird ein Mischkrystall entstehen, wenn die Lösung von KCl in KNO_3-Lösung und die von KNO_3 in KCl-Lösung gleichzeitig gesättigt sind etwa in Bezug auf einen KCl-Krystall. Es entstehen dann KCl-Würfel, welche auch KNO_3 enthalten. Sind die Lösungen nicht auch zugleich beide gesättigt in Bezug auf einen KNO_3-Krystall, so wird dieser in dem Gemenge rein und nicht als Mischkrystall weiterwachsen, obschon die KCl-Würfel auch KNO_3 enthalten.

(4) cf. die Bemerkung ad (2).

Eine Erscheinung derart könnte aber eintreten bei Umwandlung physikalisch-isomerer Modificationen. Versuche ergaben Folgendes: Salpetersaures Ammoniak gemischt mit Salpeter erniedrigt seine Umwandlungstemperatur ausserordentlich, ja man kann die der niedrigeren Temperatur entsprechenden Modificationen überhaupt nicht erhalten. (Manches im Handel vorkommende salpetersaure Ammoniak ist erheblich mit Salpeter verunreinigt und zeigt die Umwandlungserscheinungen daher sehr schlecht.)

Salpetersaures Silber und salpetersaures Natron, welche auch innen reicher sind an letzterer Substanz, vermögen sich nur bis zu einer gewissen Tiefe umzuwandeln (cf. Physikalische Isomerie l. c. S. 111).

(5) Die wasserhaltigen Salze zeigen ebenso wie die sog. Doppelsalze ganz charakteristische Dissociationserscheinungen***), d. h. Zerfallen beim Erwärmen und Rückbildung beim Erkalten. Bei raschem Erhitzen wird die eine Art von

*) Es soll damit natürlich nicht gesagt sein, dass Kohle nun wirklich bei 60° eine Ausscheidung veranlasst; ich bediene mich nur dieses concreten Falles, um meine Ansicht besser erläutern zu können.

**) Umgekehrt können sich auch Kohle-artige Körper und Farbstoffe an Krystalle ansetzen, also sich einlagern; Beispiele: Rauchquarz; Färbung künstlicher Krystalle durch Farbholzextracte und Anilinfarbstoffe.

***) cf. Physikalische Isomerie, l. c. S. 98 u. ff.

Krystallen durch die andere gewissermassen aufgezehrt, indem sich um diese ein »Hof« bildet, der in gleichem Maasse mit dem Wachsthum der Krystalle voranschreitet und in die der Zersetzung unterliegenden Krystalle eindringt, sie gleichsam anfressend. Ebenso bei raschem Abkühlen.

Mischkrystalle zerfallen bei sehr raschem Erhitzen in Staub, in dem die bei der betreffenden Temperatur schwerer lösliche Substanz in feiner Vertheilung übrig bleibt.

6) Unter diesen Citaten vermisse ich meine Arbeit über »Krystallwachsthum«*), auf welche ich doch in der Notiz »Ueber Krystallanalyse«, die der Verf. unmittelbar darauf erwähnt, hingewiesen habe. Diese Arbeit ist nicht etwa eine Sammlung zufällig gemachter Beobachtungen, sondern sie wurde ausschliesslich in der Absicht ausgeführt, die verschiedenen Störungen kennen zu lernen, welche ein wachsender Krystall erleidet: 1) durch Beschleunigung der Krystallisation, 2) durch Veränderung des Lösungsmittels, 3) durch Beimischung von Verdickungsmitteln und 4) durch Beimischung anderer krystallisirbarer Substanzen. Es fand sich, dass folgende Anomalien auftreten können:

1) Anomalien der äusseren Form.
   a. Bildung von Wachsthumsformen, Skeletten.
   b. Bildung von Efflorescenzen, Dendriten.
2) Anomalien der inneren Structur.
   a. Bildung von Trichiten und Sphärolithen.
   b. Bildung von Misch- und Schichtkrystallen.

Den Ausdruck Misch- und Schichtkrystalle habe ich allerdings nicht gebraucht, um nicht neue noch ungebräuchliche Bezeichnungsweisen einzuführen, ich nannte die Erscheinung S. 489: »Störung der normalen Structur eines Krystalls durch die Krystallisationskraft einer fremden Substanz«. Dieselbe ist dargelegt durch 13 Beispiele, die einer grossen Zahl (etwa 200) von Beobachtungen der Krystallisation von Mischungen entnommen sind als einzige Fälle, in welchen eine Mischung oder Schichtbildung deutlich wahrzunehmen war. Ich stelle dabei die An- und Einlagerung einer krystallographisch und chemisch anders gearteten Substanz durchaus auf gleiche Stufe mit den sog. »isomorphen Mischungen«. Es sind folgende Fälle erwähnt:

1) Bildung deutlicher Schichtkrystalle. Dahin gehören die Beispiele Nr. 1—13 (nicht isomorph) und Chlorkalium mit Chlorsilber, sowie überchlorsaures und übermangansaures Kali, S. 492 (isomorph).

2) Bildung von Durchwachsungen und staubförmigen Einlagerungen. Beispiele: Nr. 10—13 (nicht isomorph) und Chlorkalium mit Chlorsilber oder Chlorsilber mit Jodsilber (isomorph).

3) Einfache Aenderung des Habitus, S. 493. Bezüglich der Einlagerungen bemerke ich zum Schlusse S. 494: »Im letzteren Falle wird häufig die fremde Substanz in Form kleiner Partikelchen oder in feinster Vertheilung zwischen den Molekülen des wachsenden Krystalls aufgenommen.«

Es schien mir so hinlänglich klar ausgedrückt, dass ich Mischkrystalle, seien sie nun isomorph oder nicht isomorph, so auffasse, dass sich die fremde Substanz in feinster Vertheilung, d. h. in (physikalische) Moleküle zertheilt zwischen die Moleküle des wachsenden Krystalls einlagert (also nicht etwa so, wie dies

*) Diese Zeitschr. 1, 453, 1877.

bezüglich des Isomorphismus gewöhnlich geschah, als Einlagerung einiger fremder chemischer Moleküle in ein physikalisches).

In der Notiz »Ueber Krystallanalyse« S. 510 erwähne ich die Erscheinung mit folgenden Worten: »(Bildung von) Verwachsungen mit fremden Substanzen, bedingt durch den Umstand, dass nicht nur gleichartige, sondern auch chemisch verschieden gebaute Moleküle sich gegenseitig anziehen. Befindet sich daher neben der krystallisirenden Substanz noch eine zweite in Lösung, und zwar in solcher Menge, dass die Lösung derselben in Bezug auf die Krystalle der ersten Substanz gesättigt ist, dann setzen sich diese fremden Moleküle zuweilen in regelmässiger Stellung zwischen die der ersten und ziehen nun entweder solche ihrer Art an sich oder solche der ersten, je nach dem Gehalte der Lösung, und es entsteht ein eigenthümliches Krystallaggregat, welches zwar in seinem äusseren Habitus einem regelmässigen Krystall durchaus ähnlich sehen kann, seinem inneren Bau nach dagegen aus zwei ganz fremdartigen Krystallen besteht.« Herrn Brügelmann scheint diese Stelle ganz entgangen zu sein.

(7) Meine Abhandlung über Krystallanalyse sollte nur eine vorläufige Notiz sein. Unter »Krystallanalyse« wollte ich dabei nicht eine einfache mikroskopische Betrachtung der Krystallisation eines Gemenges verstanden wissen, sondern eine Art chemischer Analyse, bei welcher also die Substanzen ebenfalls zunächst auf geeignetem Wege getrennt wurden, allerdings nur in Gruppen. Weiss man dann, welche Körper in dieser Gruppe vorhanden sein können, so kann man das störende Auftreten von Mischkrystallen dabei in Betracht ziehen. Diese Störungen sind indess bei meiner, nämlich der mikrokrystallographischen Untersuchungsweise, bei welcher also in Folge des raschen Temperaturabfalls selbst nach Brügelmann's Ansicht nur Schichtbildung erfolgen könnte, durchaus nicht so häufig, als man nach den Resultaten Brügelmann's erwarten könnte, und da die Krystalle während ihres Wachsthums beobachtet werden, könnte sich die Schichtbildung der Wahrnehmung schwerlich entziehen. Immerhin ist Krystallanalyse bis jetzt zur praktischen Verwerthung noch nicht geeignet, es muss erst die Ausarbeitung eines bestimmten »Ganges«, eines »Systems der Analyse« abgewartet werden, wie ich dies ausdrücklich hervorhob.

(8) Meine Arbeit »über physikalische Isomerie«, auf welche in der Notiz »Ueber Krystallanalyse« ebenfalls hingewiesen ist, zeigt wohl hinreichend klar, dass ich Krystallisation ebenfalls als eine physikalische Erscheinung auffasse und wohl unterscheide zwischen physikalischen und chemischen Molekülen.

(9) Aehnliche Versuche als Beispiele zu Berthollet's Theorie habe ich früher bereits ebenfalls angestellt, indess, weil zu weit von dem Ziele meiner Arbeiten abliegend, bis jetzt vernachlässigt. Nach allen Erfahrungen hierüber scheint mir gerade hier für Krystallanalyse (d. h. mikrokrystallographische Beobachtung) ein sehr interessantes Beobachtungsgebiet vorzuliegen. Ausser den vier theoretisch möglichen Salzen finden sich gewöhnlich noch einige Doppelsalze.

4. O. Lehmann (in Mühlhausen, z. Z. in Aachen): **Ueber Krystallanalyse** (Wiedem. Ann. der Phys. und Chemie **18**, 506—522). Ausgehend von dem Gedanken, dass die Krystallform ein ausgezeichnet scharf bestimmbares Kennzeichen einer Substanz sei, versucht der Verf., ob sich nicht auf Grund krystallographischer Beobachtungen eine Art qualitativer chemischer Analyse, »Krystallanalyse«, ermöglichen lasse. Er kommt zu dem Resultate, dass dies nur möglich sei unter

Benutzung der von ihm bereits in früheren Arbeiten angewandten mikrokrystallographischen Beobachtungsmethode. Dieselbe erfordert eine eigenartige complicirte Abänderung des Mikroskops, die es ermöglicht, das untersuchte Präparat während der Beobachtung erwärmen und abkühlen zu können. Die mechanische Construction eines derartigen Instruments, welches mannigfache Verbesserungen gegenüber dem früher angegebenen (s. diese Zeitschr. **1**, 97) erfahren hat, wird eingehend beschrieben. Es wird ferner darauf hingewiesen, wie wenig Material derartige Untersuchungen erfordern und wie bequem sich alle Manipulationen gestalten, da die Anwendung grösserer Apparate zum Abdampfen, Filtriren und dergl. fortfällt. Freilich wird bemerkt, dass für jetzt die Untersuchungsmethode, einige Specialfälle abgerechnet, noch keine Verwendung finden könne, dass es nöthig sei, die verschiedenen in Betracht kommenden Substanzen erst eingehend mikrokrystallographisch zu untersuchen und sich dann auf Grund der erhaltenen Resultate ein geeignetes Schema, »einen Gang der Analyse«, aufzustellen, wie er ja bei dem gewöhnlichen analytischen Verfahren ebenfalls nöthig und unentbehrlich ist.

Ref.: O. Lehmann.

5. **A. Kundt** (in Strassburg): **Ueber eine einfache Methode zur Untersuchung der Thermo-Elektricität und Piezo-Elektricität der Krystalle** (Sitzungsber. der Akad. der Wissensch. Berlin 5. April 1883, **16**). Da die Untersuchung der thermo-(= pyro-)elektrischen Eigenschaften nach der Methode Hankel's eine sehr mühsame ist, versuchte der Verf., die elektrische Vertheilung auf der Oberfläche eines Krystalles auf möglichst einfachem Wege zur Anschauung zu bringen. Er benutzte zu dem Zwecke das zur Hervorbringung der sog. »Lichtenberg'schen Figuren« angewandte Pulver, aus feingesiebtem Schwefel und Mennige bestehend, und bestäubte mit demselben den Krystall, auf dessen positiv elektrischen Oberflächentheilen sich alsdann der Schwefel, auf den negativen die Mennige festsetzt.

Die Methode wurde zuerst angewandt zur Sichtbarmachung der Elektricitätserregung durch Druck (s. Curie, diese Zeitschr. **6**, 291), indem eine senkrecht zur Axe geschnittene Quarzplatte in einen Schraubstock in der Richtung einer Nebenaxe gepresst und dann bestäubt wurde. Die Vertheilung des rothen und gelben Pulvers ist alsdann symmetrisch zur Drucklinie und an den beiden Enden derselben entgegengesetzt. Wenn die Platte aus einem verzwilligten Krystall geschnitten war, so erhält man complicirtere, verzerrte Bilder.

Erwärmt man eine einfache Quarzplatte dadurch, dass man auf die Mitte derselben einen erhitzten Messingcylinder aufsetzt, so erhält man beim Bestäuben eine sehr regelmässige Figur, indem drei Ecken und die von da nach der Mitte gehenden Theile roth, die drei anderen gelb erscheinen, und zwar zeigt das Ende einer jeden der hemimorphen Nebenaxen, welches beim Druck positiv wird, hierbei negative Elektricität (nach Hankel würde daher die erregte Elektricität »Actinoelektricität« sein, s. diese Zeitschr. **6**, 604). Ist die Platte aus einem Zwilling geschnitten, so entstehen Abweichungen von der regelmässigen Figur, aus denen die Verwachsung ersichtlich ist. Sehr gut erhält man auch die Staubfiguren, wenn man die Quarzplatte auf den heissen Cylinder aufsetzt und alsdann die Oberfläche bestäubt. Um die elektrische Vertheilung auf einem ganzen Quarzkrystall zu untersuchen, erwärmt man denselben auf 100°, bringt ihn aufrecht in ein Metallgefäss, welches ringsum mit einer Kältemischung umgeben ist, und

bestäubt ihn. Einfache Krystalle werden auf den Prismenkanten abwechselnd roth und gelb, während die Zwillinge des gewöhnlichen Gesetzes je nach der Art ihrer Durchwachsung sehr mannichfaltige und oft recht zierliche Figuren liefern.

Turmalinkrystalle, erwärmt und bei der Abkühlung bestäubt, zeigten ein sehr verschiedenes Verhalten; nur einige dunkle Prismen aus Brasilien liessen regelmässige Pole an beiden Enden erkennen. Die Schnittfläche eines Krystalls von Mursinsk erwies sich negativ mit einem feinen Geäder positiver Stellen, so dass also in solchen Fällen viele einzelne Krystalle mit entgegengesetzten Polen durch einander gewachsen sind. Andere Krystalle zeigten nur wenige kleine Stellen mit umgekehrten Polen.

Die an einigen brasilianischen Topaskrystallen gefundene Elektricitätsanordnung stimmte mit der von Hankel angegebenen überein.

Die nach der beschriebenen Methode erhaltenen Pulverfiguren lassen sich leicht auf ein mit etwas Gummi bestrichenes Papier abdrücken.

Ref.: P. Groth.

6. J. Krenner (in Budapest): **Dioptas von Ungarn** (A magy. tud. Akad. Ertesítöje 1879, **12**, 10). Dieses interessante Mineral hat Verf. auch an Erzstufen von Rézbánya entdeckt. Peters, dem wir eine genauere Untersuchung von Rézbánya verdanken — welche Fundstelle in mineralogischer Beziehung eine grosse Aehnlichkeit mit manchen asiatisch-russischen Localitäten besitzt —, scheint dieses Mineral für krystallisirten Malachit gehalten zu haben. Die 1—1,5 mm langen schön gefärbten Krystalle zeigen die gewöhnlichen Formen: das hexagonale Prisma und an beiden Enden das Rhomboëder. Die Bestimmung geschah auf krystallographischem und chemischem Wege. Was das Vorkommen anbelangt, so erscheint der Dioptas von Rézbánya entweder eingebettet in dem bläulich-grünlichen und bräunlich gefärbten für diese Fundstelle charakteristischen Thone, oder die Krystalle sitzen auf gelbem Wulfenit oder auf Hemimorphit. Dieser letztere Umstand zeigt, dass in Rézbánya das Kupfersilicat sich nach dem Zinksilicate ausgeschieden hat. Das genannte Vorkommen des Dioptas ist das erste in Europa beobachtete.

Ref.: A. Schmidt.

7. Derselbe: Miargyrit und Kenngottit von Felsöbánya (Ebenda, S. 10*)).
a. Schon im Jahre 1878 hat Verf. gelegentlich die Mittheilung gemacht, dass er in Felsöbánya mit anderen seltenen Silbererzen auch Miargyrit gefunden habe. An herrlichen schönen Stücken, welche das ungarische National-Museum von Herrn Andor von Semsey erhielt, bestimmte Derselbe die folgenden Gestalten (nach Miller's Aufstellung und Bezeichnung): (100), (001), (011), (013), (104), (103), $(\bar{1}03)$, (311), (211), $(\bar{1}11)$, $(\bar{2}11)$, $(\bar{3}11)$, $(\bar{2}12)$, $(\bar{3}13)$, $(\bar{4}14)$, $(\bar{2}13)$, (113), $(\bar{1}13)$, (124), (137), $(\bar{1}22)$, $(\bar{5}15)$ und $(\bar{4}14)$.

b. Den Kenngottit Haidinger's und Kenngott's »Mineral von Felsöbánya« hat Verf. gleichfalls an prächtigen Stufen, gesammelt von Herrn Andor von Semsey, einer genaueren Untersuchung unterzogen. Diese hat erwiesen, dass der Kenngottit — wie schon seiner Zeit Haidinger und Weisbach angedeutet haben — nur ein nach der Verticalaxe verkürzter Miargyrit sei, welcher in seinen Kantenwinkeln vollständig identisch ist mit dem Miargyrit von Felsö-

*) Siehe auch diese Zeitschr. **2**, 304.

bánya und Bräunsdorf. Dies zeigt, dass der Bleigehalt keinen merklichen Einfluss auf die krystallographischen Elemente ausgeübt hat. Verf. fand am Felsöbányaer Kenngottit die Gestalten: (100), (010), (001), ($\bar{1}$03), ($\bar{1}$01), ($\bar{3}$01), (101), (103), (111), (211), (311), (511), (236), ($\bar{2}$13), ($\bar{2}$11), (843), ($\bar{3}$14) [Aufstellung, wie oben].

Ref.: A. Schmidt.

8. Josef Krenner und **August Franzenau** (in Budapest): **Azurit von Utah** (Ebenda, S. 12). Auf thonigem Limonit sind neuerdings complicirte, nach der Symmetrieaxe verlängerte Azuritkrystalle von Utah vorgekommen, welche nach Untersuchungen des Verfassers die nachstehenden Formen, bezogen auf die Aufstellung Miller's, zeigen: (100), 010), 001), (110), (101), ($\bar{1}$01), ($\bar{5}$04), ($\bar{2}$01), ($\bar{5}$07), ($\bar{1}$02), (023), (011), (021), (221), (111), (223), ($\bar{1}$12) und ($\bar{1}$11).

Ref.: A. Schmidt.

9. August Franzenau (in Budapest): **Anglesit von Felsö-Vissó** (Ebenda, S. 12). Dieses, vom Verf. entdeckte Vorkommen des Anglesit zeigt nach der Makrodiagonale verlängerte Krystalle, ähnlich denjenigen von Kirlibaba. Dieselben liessen die Gestalten (100), (010), (011), (201), (110), (120), (111), (551), (661), (12.12.1) beobachten (v. Lang's Aufstellung).

Ref.: A. Schmidt.

10. Carl Wein (in Budapest): **Anatas von Rauris in Salzburg** (Ebenda, S. 13). Diese Krystalle besitzen einen durch das dominirende Auftreten der neuen Form (103) charakterisirten Habitus, abweichend von den Schweizer Vorkommnissen. Es wurden noch die Gestalten (001), (101), (111), (119) und (11.1.4) beobachtet.

Ref.: A. Schmidt.

11. J. Krenner (in Budapest): **Ueber ein neues Bleierz von Felsöbánya** (A magy. tud. Akad. Értesitöje 1881, **15**, 111). Verf. fand an Erzstücken von Felsöbánya kleine, graue, metallglänzende Kryställchen, welche eine auffallende Aehnlichkeit mit dem Wolfsberger Plagionit zeigen, jedoch von demselben verschieden sind. Die Krystalle gehören dem monosymmetrischen Systeme an und bilden kleine Tafeln, öfters verlängert nach der Symmetrieaxe. Spaltung nach einer prismatischen Form gut, nur etwas besser als der Plagionit von Wolfsberg. Wählt man die Spaltflächen zur Grundpyramide, die Hauptfläche zur Basis, so erhalten die beobachteten Formen die folgende Bezeichnung: $a = (100)\infty P\infty$, $c = (001)0P$, $s = (113) - \frac{1}{3}P$, $p = (111) - P$, $q = (221) - 2P$, $t = (\bar{1}13)\frac{1}{3}P$.
Gemessen wurde:

$$113 : 001 = 22^0\ 44'$$
$$221 : 001 = 59\ \ 38$$
$$221 : \bar{2}2\bar{1} = 98\ \ 58.$$

Aus diesen Grundwerthen berechnete Verfasser die Elemente:

$$a : b : c = 1,1432 : 1 : 1,1053$$
$$\beta = 71^0\ 4'.$$

Die chemische Zusammensetzung wurde von Herrn Ludwig Sipöcz ermittelt, welcher fand:

S	19,42
Sb	26,90
Pb	53,16
Fe	0,10
	99,58

Das Mineral kommt in Begleitung von Galenit vor, und die Krystalle sitzen meistens auf dem letzteren. Der Galenit ist corrodirt, und es lässt sich deutlich wahrnehmen, dass das neue Mineral auf Kosten desselben gebildet wurde. Damit associirt erscheinen noch besonders Diaphorit, Zinkblende, Bournonit und als letztes Glied Braunspath.

Herr Krenner hat dasselbe Mineral auch an Erzstufen von Rodna beobachtet. Hier sitzen die Krystalle gleichfalls meistens auf Galenit, der stark angegriffen, kugelartig erscheint. Die Galenitkrystalle sind um so mehr abgerundet, je mehr Täfelchen des beschriebenen Minerals darauf erscheinen, und es sind sogar echte Pseudomorphosen vorgekommen. Verf. schlägt für das neue Mineral den Namen »Semseyit«, nach dem Herrn Andor von Semsey, vor.

Ref.: A. Schmidt.

12. Josef Szabó (in Budapest): **Helvin von Kapnik, ein für Ungarn neues Mineral** (Ebenda, 1882, **16**, 178). Die von Herrn Alexander Fizély dem Verf. eingesendeten citrongelb gefärbten, kleinen Krystalle stammen von Kapnik, wo sie in allerneuester Zeit in der Gangausfüllung mit aufgewachsenem Quarz und Rhodochrosit vorgekommen sind. Sie bilden winzige Tetraëder, besitzen keinen Pleochroismus und sind optisch isotrop. Härte = 6,5 approx.

Ref.: A. Schmidt.

13. Coloman Hidegh (in Arad): **Analysen einiger ungarischer Minerale** (Mathem. és term. tud. közlemények. Kiadja a magy. tud. Akadémia **17**, 97). Im Auftrage der ungarischen Akademie der Wissenschaften hat Verf. die folgenden Analysen ausgeführt:

1. Augit von Moravicza, Theresia-Schacht.

Spec. Gewicht = 3,07 im Mittel.

SiO_2	53,39 %
CO_2	2,83
FeO	1,93
MnO	1,65
CaO	25,13
MgO	15,45
	100,38

Die Kohlensäure stammt von Verunreinigungen her, welche trotz der sorgfältigen Auswahl nicht getrennt werden konnten.

2. Augit von Dognácska.

Spec. Gewicht = 3,588 im Mittel.

SiO_2	49,00 %
Al_2O_3	0,91
Fe_2O_3	2,85
FeO	17,24
MnO	8,52
CaO	21,30
MgO	1,34
	101,16

3. Granat von Szokolyahuta bei Nagy-Maros.

Spec. Gewicht = 4,07 im Mittel.

SiO_2	37,67 %
Al_2O_3	22,38
Fe_2O_3	4,01
FeO	26,79
MnO	1,86
CaO	5,93
MgO	0,93
	99,57

4. Desmin (roth) von Rézbánya.

Spec. Gewicht = 2,172 im Mittel.

SiO_2	59,60 %
Al_2O_3	15,83
CaO	8,62
H_2O	16,73
	100,78

5. Desmin (weiss) von Csiklova.

Spec. Gewicht = 2,161 im Mittel.

SiO_2	59,30 %
Al_2O_3	15,29
CaO	8,54
H_2O	16,69
	99,82

6. Bournonit von Felsöbánya.

Spec. Gewicht 5,86 im Mittel.

Pb	42,07 %
Cu	12,82
Sb	23,80
Fe	0,20
S	19,78
	98,67

7. Bournonit von Kapnik.

Spec. Gewicht = 5,737 im Mittel.

S	19,37 %
Ag	0,40
Pb	40,98
Cu	14,75
Fe	0,81
Sb	22,42
As	0,41
	99,14

8. Pyromorphit von Schemnitz.

PbO	80,97 %
CaO	0,25
P_2O_5	15,94
Cl	2,54
	99,70

Ref.: A. Schmidt.

14. Josef Szabó (in Budapest): **Ueber Calcit-Pseudomorphosen aus dem Michaeli-Stolln in Schemnitz** (Földtani Közlöny 1880, **10**, 32). In neuerer Zeit sind in Schemnitz im Michaeli-Stolln sehr schöne Calcit-Pseudomorphosen vorgekommen, worüber Prof. G. vom Rath (Sitzungsber. des niederrhein. Vereins 1878, S. 23) mittheilte, dass dieselben Pseudomorphosen nach Aragonit seien, ähnlich denen des bekannten Herrngrunder Vorkommens. Verf. zieht aus seinen Untersuchungen den Schluss, dass man es hier mit Calcitpseudomorphosen nach Quarz zu thun habe. Das Vorkommen ist am fünften Horizont des Michaeli-Schachtes, in einer Tiefe von circa 360 m unterhalb des Schachtkranzes und in horizontaler Entfernung von etwa 170 m auf dem Spitalergang, dessen Mächtigkeit daselbst 6 m beträgt. Die charakteristischen Exemplare erscheinen als dünnwandige, schneeweisse, hexagonale Prismen, Hohlformen, aus einem Aggregate von Calcitkrystallen ($R3$, $-\frac{1}{2}R$) aufgebaut. Die Endigung dieser Säulen nach oben ist niemals durch die Basis gebildet, sondern die Prismen sind bald von sehr unregelmässigen, bald von gegen die Verticalaxe verschieden geneigten Flächen begrenzt.

Zur richtigen Beurtheilung dieser Pseudomorphosen hat der Verf. die paragenetischen Verhältnisse der Ausfüllung des Spitalerganges wie folgt festgestellt: Zuerst bildete sich Quarzit und die darin eingeschlossenen Erze (Galenit, Chalkopyrit, Sphalerit); der Quarzit bildet auf der Aussenseite aufgewachsene Krystallgruppen (Prismen mit glänzenden Flächen von R), welche mit Braunspath, stellenweise Dolomit, überzogen sind. Im dritten Stadium setzte sich von Neuem Quarz ab, der jedoch von dem zuerst gebildeten sowohl in der Farbe als in der Ausbildung abweicht. Seine Krystalle bedecken die Braunspathlage nicht gleichmässig, sondern an einzelnen Punkten auffallend lange Krystalle bildend. Ihre Farbe ist mehr oder weniger amethystartig und nach dem Verf. gehören in diese Bildungsperiode die bekannten Amethyste von Schemnitz, sowie die Bergkrystalle mit »Wassertropfen«. Nach diesem Glied der Bildungsfolge kommt im Michaeli-Stolln noch eine Calcitbildung, welche zuerst sowohl die Braunspathschicht als

auch die grossen Amethyste einzeln überkleidete und später, nachdem die Substanz der letzteren entfernt worden war, als Umhüllungspseudomorphose von Calcit nach Quarz stehen blieb. Verf. erkennt an, dass von den Folgerungen des Herrn G. vom Rath das nicht in Zweifel zu ziehen ist, dass erstens die hexagonal-ähnliche Säulenform dieser Pseudomorphosen auch von Aragonit herrühren kann, und zweitens, dass sich unter den Terminalflächen zuweilen zwei gegenüberliegende finden lassen, die man für ein Doma ansehen kann. Es giebt aber darunter auch der Form nach solche, bei welchen das Ende durch drei geneigte Flächen gebildet wird, was wohl mit dem Aragonit nicht in Einklang zu bringen sei. Auch die begleitenden Mineralien und deren Verhältnisse liefern keine Stütze für die Ansicht, dass diese Pseudomorphosen solche nach Aragonit wären. Endlich lässt sich auch der Umstand dagegen anführen, dass ein derartiges Aragonit-Vorkommen, wie es in Herrngrund in der sogenannten Grauwacke bekannt ist, weder im Michaeli-Stolln, noch auch überhaupt im Trachytgebiete von Schemnitz irgendwo auftritt.

Ref.: A. Schmidt.

15. A. Franzenau (in Budapest): **Baryt und Markasit von Ferenczvölgy, Máramaroser Comitat** (Ebenda, S. 119). Die genannten Mineralien fand der Verf. an der Trennungsfläche eines Kalkmergels, welcher bei Ferenczvölgy mit geschichtetem Sandstein und Thon wechsellagernd vorkommt. Die untersuchten winzigen, weissen, tafelartigen Barytkrystalle (höchstens 1 mm breit) zeigen die Formen *a*(100), *c*(001), *m*(110), *o*(011), *d*(102) und *z*(111) nach Miller's Stellung. Die beobachteten Combinationen waren: *c, m, o, d*; *c, m, o*; *a, c, m, o, d, z*. Die Messungen dienten lediglich zur Bestimmung der Formen. Der Markasit kommt in allen drei angeführten Gesteinen vor; während er aber im Kalkmergel und Thon krystallinische Knollen bildet, sitzen die Krystalle im Sandstein auf den Trennungsflächen. Sie bilden die gewöhnlichen Zwillinge nach (110), und ausser dem Prisma hat der Verfasser noch das Doma (014) beobachtet. Die Flächen waren geknickt und gestatteten daher keine genaueren Winkelmessungen.

Ref.: A. Schmidt.

16. Alexander Kalecsinszky (in Budapest): **Chemische Analyse des Amphibols von Szarvaskö bei Erlau** (Ebenda **12**, S. 196, 1882). Das zur Analyse verwendete Mineral besitzt eine dunkelbraune Farbe von mattem Glanz, es ist krystallinisch und an manchen Stellen mit grünen Adern durchzogen. Verf. erhielt das Material, dessen Fundort Szarvaskö bei Erlau ist, von Herrn Dr. Josef Szabó, der dasselbe als Amphibol bestimmt hat. Es spaltet prismatisch gut, Härte = 6, spec. Gewicht = 3,260 bei 19° C. Die Analyse lieferte das nachstehende Resultat:

SiO_2	51,40 %
Fe_2O_3	21,26
Al_2O_3	3,85
MnO	Spuren
CaO	2,44
MgO	18,61
H_2O	0,50
	98,06

Ref.: A. Schmidt.

17. Derselbe: Analyse des Chalkopyrit von Göllnitz (Ebenda **18**, 55, 1883). Die Analyse, entsprechend der Formel $Cu_2S.Fe_2S_3$, ergab:

Fe	31,22 %
Cu	28,98
S	34,96
SiO_2	4.92
	100,08

Ref.: A. Schmidt.

18. J. Krenner (in Budapest): **Mineralogische Mittheilungen** (Ebenda, S. 210). In der Sitzung der ung. geolog. Gesellschaft zu Budapest am 4. April 1883 hat Verf. zunächst die Mittheilung gemacht, dass nach der chemischen Analyse des Herrn Loczka der seltene Emplectit auch in Rézbánya vorkommt. Er hat ferner zwei Stücke Realgar und Auripigment von Bosnien vorgezeigt, von welchen das letztere ein ähnliches Vorkommen ist, wie das bekannte von Tajova. Die Realgare bilden sehr schöne Krystalle, prismatisch nach der Verticalaxe Miller's, und zeigen die Formen (100), (010), (001), (210), (430), (110), (012), (011), (032), $(\bar{2}01)$, $(\bar{1}01)$, $(\bar{2}12)$, $(\bar{1}11)$, $(\bar{4}34)$, $(\bar{1}21)$, (610), (120), (250) und (212). Die beiden Sulfide kommen in Gesellschaft von Quarz in einem verwitterten Thonglimmerschiefer vor; der Fundort ist Kreševo. Vortragender hat schliesslich einen dem von Zermatt stammenden »Schweitzerit« ähnlichen Serpentin erwähnt, welcher in Dognácska in der Archangel-Grube vorkommt.

Ref.: A. Schmidt.

19. Derselbe: Avasit, ein neues Mineral (Földtani Értesitö 1881, **2**, 105). Das genannte Mineral wurde in der Limonitlagerstätte des Avasthales (Comitat Szathmár) gefunden und wird dort als Eisenpecherz bezeichnet. Es erscheint in schwarzen, dünnen Splittern röthlich durchsichtig. Bruch muschelig; das Mineral besitzt Glasglanz und ist spröde. Die Zusammensetzung ergab sich nach Herrn Loczka als $5Fe_2O_3$, $2SiO_2$, $9H_2O$. Spec. Gewicht = 3,33, Härte = 3,5. In Salzsäure wird das Eisen ausgezogen und die Kieselsäure bleibt in durchsichtigen, wasserklaren, glasartigen Stückchen zurück.

Ref.: A. Schmidt.

20. Derselbe: Fischerit von Ungarn (Ebenda 1882, **3**, 78). In der Sitzung der ung. geol. Ges. am 3. Mai 1882 hat der Verf. das interessante Factum mitgetheilt, dass das seltene, nur vom Ural bekannte Mineral Fischerit auch in Ungarn vorkommt. Die chemische Analyse des Herrn Loczka hat die Identität des weissen, traubigen, emailleartigen Minerales von Román-Gladna (Krassóer Comitat) mit dem Fischerit Hermann's erwiesen.

Ref.: A. Schmidt.

21. Derselbe: Bismutin von Moravicza (Természettudományi Közlöny 1882, **14**, 26). Vor Kurzem erhielt das ung. Nationalmuseum zur Untersuchung grossblätterige Erzklumpen von Moravicza, welche nach des Verf. Untersuchungen Wismuthglanz sind. Diese schönen Bismutinmassen kommen im weissen, strahligen, verwitternden Tremolith vor, in welchem die Magneteisendodekaëder zu erscheinen pflegen. Eine besondere Eigenthümlichkeit dieses für Ungarn dritten Vorkommens (die zwei anderen sind bekanntlich Rézbánya und Oravicza, hier

mit Goldfäden des Wismuthglanzes ist, dass die strahlige Beschaffenheit desselben von Asbestfäden herrührt, welche vom Bismutin umhüllt sind.

Ref.: A. Schmidt.

22. Josef Loczka in Budapest): **Analyse eines Sphalerits** (Vegytani Lapok, 1882, 1, 65). Die zur Analyse verwendete Zinkblende stammt von Rodna, und gehörte zu den bekannten schönen schwarzen Krystallen. Die Analyse ergab die folgenden Werthe:

S	33,88 %
Zn	48,45
Fe	12,74
Mn	4,65
	99,72

Dies entpricht der Zusammensetzung $Zn, Fe, Mn\ S$. Ref.: A. Schmidt.

23. F. Koch in Klausenburg): **Chemische Analyse eines opalartigen Minerales von Ofen** (Ebenda, S. 165). Die genannte amorphe, leberbraune Substanz wurde von dem Verf. in Ofen am sogenannten Fehérhegy, oberhalb des Eisenbahntunnels an der Contactfläche des Ofener Mergels und Dolomits gefunden. Verf. fand im Mittel die nachstehende Zusammensetzung:

SiO_2	7,26 %
Fe_2O_3	44,73
Al_2O_3	21,04
CaO	1,43
MgO	0,80
Glühverlust	24,71
P_2O_5	Spuren
	99,97

Ref.: A. Schmidt.

24. Karl Jahn in Klausenburg): **Die eigenthümliche Kruste des Rodnaer Galenit und Pyrit** (Ebenda, S. 209). Verf. unterzog einer chemischen Analyse einen dunkelbläulich-grauen, halbmetallisch glänzenden Ueberzug, welcher in kugeligen und nierenförmigen Gestalten auf der krystallinisch-dichten Masse des Galenits und Pyrits von Rodna vorkommt. Der Strich war dunkel graulich-roth gefärbt, Härte = 4, spec. Gew. = 3,402. Vor dem Löthrohr schmilzt die Substanz nicht, wird aber schwarz und lenkt die Magnetnadel ab. Nach dem Pulverisiren sind weisse, sehr kleine Körnchen bemerkbar, die jedoch nicht mechanisch getrennt werden konnten. Die Zusammensetzung ist angegeben, wie folgt:

Unlöslich	0,69 %	
Bi	5,88	(im Mittel aus zwei Best.)
Sb	18,09	
Mn	26,66	
Fe	11,11	
Al	2,14	
Ca	5,12	
S	12,18	
K, Na	Spuren	
	81,87	

Ref.: A. Schmidt.

25. H. Fischer (in Freiburg): **Korund von Siam** (Neues Jahrbuch für Min., Geol. u. s. w. 1882, 2, 197). Bereits in einem älteren Werke von Pallegoix (Déscr. d. roy. Thai ou Siam, Par. 1854) wird das Vorkommen von Sapphiren und anderen Edelsteinen in Siam erwähnt. Der Verf. erhielt nun von dort stammende Korunde von tiefblauer, zum Theil ins Blaugrüne spielender Farbe, daneben auch grünliche, in dickeren Stücken kaum kantendurchscheinende und braune Varietäten mit Katzenaugen-ähnlichem Schimmer. Die meisten Stücke sind convex geschliffen, während einige theils schwarze, ganz obsidianähnliche Bruchflächen, theils schöne Spaltungsflächen zeigen.

Ref.: P. Groth.

26. A. Weisbach (in Freiberg): **Mineralogische Notizen** (Ebenda 1882, 2, 249—259).

Apatit. Ein hell seladongrüner Krystall von Ehrenfriedersdorf, Combination $m = (10\bar{1}0)\infty P$, $r = (10\bar{1}2)\frac{1}{2}P$, zeigt ausserdem an Stelle der Basis eine äusserst flache Pyramide dritter Ordnung $\delta = (1.3.\bar{4}.280)\frac{1}{70}P\frac{4}{3}$, deren Mittelkanten = 178° 37′, Polkante = 0° 42′. Die Form wurde berechnet aus der Messung $\delta^1 : \delta^4$ = 1° 23′ und der des ebenen Winkels der Polkanten mit den Kanten $\delta : r$.

Lautit. In Stücken dieses von Frenzel (s. diese Zeitschr. 7, 95) beschriebenen Minerals erkannte der Verf. eine erhebliche mechanische Beimengung von Arsen, während die Analyse eine ähnliche Zusammensetzung ergab, wie sie Frenzel fand. Da in allen Fällen das Verhältniss $(Cu, Ag) : S = 1 : 1$, so nimmt der Verf. an, dass der Lautit ein Gemenge von metallischem Arsen mit einem Sulfosalz sei, für welches sich die wahrscheinlichste Formel Cu_3AsS_3 ergiebt. Diese Zusammensetzung hat der Julianit, nahezu auch der Tennantit, während die sonstigen Eigenschaften des Lautit, namentlich die Spaltbarkeit parallel der Stengelrichtung, mehr an den Enargit (Cu_3AsS_4) erinnern.

Broncit. An den Krystallen, welche in dem Eisen des Meteoriten von Rittersgrün eingewachsen vorkommen, beobachtete der Verf. folgende Combination: $(100)\infty P$, $(001)0P$, $(010)\infty\bar{P}\infty$, $(100)\infty\breve{P}\infty$, $(130)\infty\bar{P}3$, $(120)\infty\bar{P}2$, $(210)\infty\breve{P}2$, $(104)\frac{1}{4}\breve{P}\infty$, $(344)\bar{P}\frac{4}{3}$, $(122)\bar{P}2$, $(144)\bar{P}4$, $(124)\frac{1}{2}\bar{P}2$, $(112)\frac{1}{2}P$, $(324)\frac{3}{4}\breve{P}\frac{3}{2}$.

Keramohalit. Von der Grube »Stamm Asser am Graul« bei Schwarzenberg im Erzgebirge kommen unter dem Namen »Tekticit (Braunsalz)« plattenförmige und knollige Massen von grobschuppiger Textur in den Handel, welche jedoch nicht zerfliesslich sind und nahezu die Zusammensetzung des Keramohalit haben, wie folgende von Guitermann (I., II.) und Schlapp (III., IV.) ausgeführte Analysen beweisen:

	I.	II.	III.	IV.
Al_2O_3	12,69	13,81	13,66	12,13
Fe_2O_3	5,46	5,65	5,12	4,56
CaO	0,14	—	—	—
SO_3	34,26	33,59	34,89	34,90
H_2O	46,70	46,85	46,30	46,47
	99,25	99,90	99,97	98,06

Spec. Gewicht 1,811—1,819 (4° C.); leicht löslich (1 Gewichtstheil in 0,774 Wasser von 6°). Die perlmutterglänzenden Schuppen des Salzes zeigen unter

dem Mikroskop zwei Spaltungsrichtungen, welche 81° mit einander bilden, und unsymmetrisch dagegen verlaufende Schwingungsrichtungen.

Bismutosphärit. Mit dem von Schneeberg stammenden Mineral dieses Namens stimmt das Wismuthcarbonat überein, welches in anscheinend tetragonalen Pseudomorphosen zu Guanajuato in Mexico vorkommt und von dem Herr Winkler eine neue Analyse lieferte:

Bi_2O_3	91,68
CO_2	8,29
	99,97

Spec. Gewicht 7,64 (21° C.). Doppelbrechend.

Domeykit. Das im Porphyr von Zwickau vorkommende Arsenkupfer wurde von Winkler analysirt:

Kupfer	65,08
Eisen	0,64
Nickel	0,44
Arsen	26,45
Sauerstoff	2,49
Rückstand (Porphyr)	3,84
	98,94

Der Sauerstoff rührt von einem durch Zersetzung entstandenen Kupferarseniat her und wurde durch Erhitzen im Wasserstoffstrome bestimmt, wobei sich auch eine Spur Arsen verflüchtigte.

Winklerit. Diese zuerst von Oria bei Almeria im südlichen Spanien beobachtete Substanz kommt auch am Cerro minado bei Huercal und am massenhaftesten zu Motril auf Klüften oder nesterweise im Dolomit vor. Von hier wurden drei Proben analysirt (I. und II. von Erich, III. von Iwaya):

	I.	II.	III.
H_2O	9,37	9,87	12,12
O	1,40	unbest.	4,11
SiO_2	0,29	0,31	0,29
Bi_2O_3	unbest.	unbest.	1,70
CuO	20,37	23,13	15,01
As_2O_5	27,70	28,18	20,50
Fe_2O_3	1,59	1,36	0,71
CoO	21,02	17,02	23,80
NiO	5,37	4,48	12,98
CaO	11,32	11,93	9,27
MgO	0,66	0,55	—
MnO	0,39	unbest.	—
CO_2	0,82	unbest.	—
	100,30	96,83	100,49

Nach Abzug des sichtbar beigemengten Olivenit und einer diesem entsprechend zusammengesetzten Kalkverbindung, sowie der übrigen als Verunreinigungen zu betrachtenden Bestandtheile ergeben sich, auf 100 berechnet, die Zahlen I., während die Formel

$$(Co, Ni)_2O_3 + 2H_2O$$

unter Annahme von $Co : Ni = 2 : 1$ die Zahlen II. erfordert:

I.	
H_2O	20,6
O	8,0
CoO	46,2
NiO	25,2
	100,0

II.	
H_2O	17,88
Co_2O_3	54,97
Ni_2O_3	27,15
	100,00

Spec. Gewicht 3,7.

Uranocker. Ein citrongelber Uranocker von Johanngeorgenstadt wurde von H. Schulze analysirt:

		Berechnet:
CaO	1,96	1,89
UO_3	77,64	77,57
SO_3	4,56	5,39
H_2O	14,69	15,15
Rückstand	1,33	100,00
	100,00	

Formel: $CaU_8S_2O_{31} + 25H_2O$.

Spec. Gewicht 3,75—3,97. Sehr schwer und nicht vollständig löslich.

Das auch bei Joachimsthal vorkommende Mineral, für welches der Autor den Namen »Uranopilit« vorschlägt, bildet auf Uranpecherz oder auf Glimmerschiefer höchst zarte feinfilzige Ueberzüge; die feinen Nadeln erscheinen unter dem Mikroskop plattgedrückt mit einer unter $79\frac{1}{2}^0$ schief aufgesetzten Endfläche; eine Auslöschungsrichtung bildet mit der Längsrichtung 9^0.

Ref.: P. Groth.

27. E. **Hussak** (in Wien): **Ueber den Cordierit in vulkanischen Auswürflingen** (Sitzungsber. der k. Akad. der Wiss. Wien, Aprilheft 1883, 87 (I), 333).

R. v. Drasche sammelte 1876 die Gesteine der japanischen Vulkane: Asama Yama, Fusi Yama, Jaki Yama und Iwawasi Yama; dieselben gehören theils zu den Augit-Andesiten, theils zu den Feldspathbasalten.

Lose, bläulichweisse, dichte Gesteinsauswürflinge vom Asama Yama führen makroskopisch Quarz und Plagioklas, sowie stellenweise blauen Cordierit; mikroskopisch zeigen sie farbloses Basisglas, abgerundete kleine Quarzkörnchen, Augitnädelchen, Zirkon, Rutil, Eisenglanztäfelchen und Magnetit. Die Cordierite zeigen Pleochroismus (weiss, blau, violett), gerade Auslöschung und Austreten der spitzen Bisectrix durch die Basis der Krystalle. Gewöhnlich sind es jedoch nicht einfache Krystalle, sondern es tritt das Mineral in Zwillingen und Drillingen auf. Die Zwillingsbildung findet statt nach $\infty P(110)$; es sind meist vollständige Durchkreuzungszwillinge und Drillinge, deren einspringende Winkel vollkommen ausgefüllt werden, ebenso wie die der hexagonalen Combination $\infty P(10\bar{1}0)$, $0P(0001)$ ähnlichen am Aragonit. Bei allen sind die Zwillingsgrenzen unregelmässig verlaufend; bei manchen wurden ähnliche Verhältnisse nachgewiesen, wie sie Tschermak für die Zwillinge am Milarit*) nachgewiesen hat.

Flüssigkeitseinschlüsse (CO_2) finden sich parallel der Verticalaxe des Cordierits eingelagert. Einzelne Körnchen wurden nach der Boricky'schen Methode mit Kieselfluorwasserstoff auf dem Objectträger behandelt und ergaben die gleichen Producte wie der grönländische Cordierit. Andere dichte Cordierit-führende Aus-

*) Diese Zeitschr. 2, 682.

würflinge führten noch Sanidin in Karlsbader Zwillingen. Eine Analyse der Auswürflinge zeigt, dass sie ähnlich zusammengesetzt sind wie die von G. vom Rath beschriebenen von Campiglia maritima*).

Auch in breccienartigen grauen Auswürflingen findet sich der Cordierit; hier kommen jedoch neben einzelnen Zwillingen und Drillingen einfache Krystalle vor; sie sind lichter blaugefärbt mit einem Stich ins Grünliche, jedoch besitzen sie dieselben optischen Eigenschaften wie die oben erwähnten; etliche stellen die Combination $\infty P(110)$, $\infty \breve{P}3(130)$, $\infty \breve{P}\infty(010)$, $\infty \bar{P}\infty(100)$, $0P(001)$ dar. Einzelne dunkler gefärbte sind hier Durchkreuzungszwillinge nach $\infty P(110)$; sie führen in regelmässiger Anordnung Einschlüsse von Augit- und Magnetitkörnchen, sowie Glaspartikelchen; auch skelettartige Cordierite finden sich.

Des Vergleichs wegen hat der Verfasser auch noch Cordierit-führende Auswürflinge des Laacher Sees untersucht; die Gemengtheile derselben sind: Pleonast, Zirkon, Korund, Cordierit, Sanidin und Biotit. Die Krystalle des Cordierits sind hier 2—4 mm gross, von der Form $\infty P(110)$, $\infty \breve{P}\infty(010)$ und $0P(001)$.

Schliffe parallel $0P$ zeigen, dass auch hier die Verhältnisse analog denen der Drillinge vom Asama Yama vorliegen: Es treten auch hier die spitzen Bisectrices parallel den Verticalaxen c aus und bilden die Makroaxen, d. i. die stumpfen Bisectrices der Individuen II und III mit I Winkel von 60°.

Noch häufiger sind vollständige Durchkreuzungszwillinge. Aetzversuche, mit Flusssäure angestellt, ergaben ähnliche Figuren, wie die von Leydolt am Aragonit gefundenen. Die Axenfarben des Cordierits sind hier $\mathfrak{a} = c$ gelblichweiss; $\mathfrak{b} = a$ dunkelviolett; $\mathfrak{c} = b$ lichtgrauviolett, also $\mathfrak{b} > \mathfrak{c} > \mathfrak{a}$, und nicht, wie Haidinger für Cordierite anderer Fundpunkte fand, $\mathfrak{c} > \mathfrak{b} > \mathfrak{a}$. Der Bodenmaiser Cordierit soll nach Hussak dieselben Erscheinungen wie der Laacher zeigen, nur dass $\mathfrak{c} = \mathfrak{b}$ mehr röthlichviolett ist.

Die vorkommenden Einschlüsse bestehen aus Glas, Flüssigkeiten (zum Theil CO_2), Biotit, Pleonast, Zirkon und Korund. Der letztere findet sich auch in 1—2 mm langen Säulchen $\infty P2(11\bar{2}0)$, $R(10\bar{1}1)$, $0P(0001)$, bald dunkel-, bald lichtblau, selten braun oder farblos; o ist dunkelblau, e meergrün: in den braunen ist o dunkelbraun, e lichtbraun; durch $0P$ sieht man das Interferenzbild optisch-einaxiger Krystalle; das Mineral enthält negative Korundformen, sowie Flüssigkeits- und Zirkoneinschlüsse. Der Pleonast findet sich in scharf ausgebildeten Oktaëdern, zum Theil im Cordierit, zum Theil im Sanidin und in der Glasmasse, die hier und da zwischen den Krystallen vorhanden ist.

»Aus meinen Beobachtungen scheint mir hervorzugehen, dass wenigstens der von mir untersuchte Auswürfling kein Fragment eines nicht oder nur theilweise veränderten, alten Cordierit-führenden Eruptivgesteins oder krystallinischen Schiefers, etwa Gneisses, sein kann, da sämmtliche Gemengtheile, insbesondere auch der Cordierit, zahlreiche unzweifelhafte primäre Glaseinschlüsse enthalten, also wohl Ausscheidungen aus einem Schmelzflusse sind.«

Ref.: O. Luedecke.

28. **O. Mügge** (in Hamburg): **Krystallographische Notizen** (Neues Jahrbuch für Min., Geol. u. s. w. 1882, **2**, 18—45).

1) Greenockit von Kilpatrick in Schottland. An den bis dahin noch nicht gemessenenen drei Greenockit-Krystallen der Heidelberger Universitäts-Sammlung beobachtete der Verf. folgende Formen:

*) Zeitschr. der deutschen geol. Ges. 1864, S. 640 und 1868, S. 327.

Oben: $(0001)0P$, $(10\bar{1}7)\frac{1}{7}P$, $(30\bar{3}4)\frac{3}{4}P$, $(10\bar{1}1)P$, $(40\bar{4}3)\frac{4}{3}P$, $(80\bar{8}5)\frac{8}{5}P$, $(50\bar{5}3)\frac{5}{3}P$, $(70\bar{7}4)\frac{7}{4}P$, $(20\bar{2}1)2P$, $(30\bar{3}1)3P$, $(10.0.\bar{10}.3)\frac{10}{3}P$, $(40\bar{4}1)4P$, $(50\bar{5}1)5P$, $(60\bar{6}1)6P$, $(11\bar{2}1)2P2$.

Unten: $(000\bar{1})0P$, $(3.0.\bar{3}.\bar{20})\frac{3}{20}P$, $(10\bar{1}\bar{5})\frac{1}{5}P$, $(20\bar{2}\bar{3})\frac{2}{3}P$, $(10\bar{1}\bar{1})P$, dazu $(10\bar{1}0)\infty P$ und $(21\bar{3}0)\infty P\frac{3}{2}$. Die zuweilen angegebene Pyramide $(10\bar{1}2)\frac{1}{2}P$ fehlt.

Aus den besten der angestellten Messungen resultirt das Axenverhältniss $a : c = 1 : 0{,}810913$, entsprechend den Normalenwinkeln

$20\bar{2}1 : 0001 = 61^0\ 53'\ 55''$ ($61^0\ 56'\ 50''$ von Kokscharow)
$10\bar{1}1 : 0001 = 43\ \ \ 7\ \ \ 4$.

Eine Begründung zur Annahme der rhomboëdrischen Hemiëdrie für den Greenockit findet der Verf. an den vorliegenden Krystallen nicht.

[Mit Recht hebt der Verf. hervor, dass das gleichzeitige Auftreten der Hemimorphie und der rhomboëdrischen Hemiëdrie erwarten liesse, dass das erste Prisma $(10\bar{1}0)\infty P$ nur dreiflächig aufträte, während thatsächlich die Prismenflächen vollzählig erscheinen. Der Verf. übersieht aber dabei, dass, wenn man das vorliegende vollzählige Prisma als zweites Prisma nimmt, — wie auch von Groth (in der II. Aufl. der Tab. Uebersicht der Min. 1882) vorgeschlagen ist, bei welcher Stellung auch die von Friedel beobachtete Spaltbarkeit (Compt. rend. 1866, 1002) dem ersten Prisma entsprechen würde*) — dass alsdann die Vollzähligkeit der Prismenflächen nicht mehr befremdlich erscheinen dürfte. Auf einem Versehen beruht es wohl, wenn der Verf. gegen die Annahme der rhomboëdrischen Hemiëdrie auch noch den Umstand anführt, »dass die Fläche $2P2(11\bar{2}1)$ fast stets in benachbarten Sextanten auftritt«. Der Ref.]

2) Zinnober von Almaden in Spanien. Ein ebenfalls der Heidelberger Sammlung gehöriger Krystall zeigt folgende Formen, die neuen mit * bezeichnet: $\varkappa(10\bar{1}4)\frac{1}{4}R$, $^*\varkappa(40\bar{4}9)\frac{4}{9}R$, $\varkappa(10\bar{1}2)\frac{1}{2}R$, $^*\varkappa(30\bar{3}5)\frac{3}{5}R$, $\varkappa(20\bar{2}3)\frac{2}{3}R$, $^*\varkappa(70\bar{7}9)\frac{7}{9}R$, $^*\varkappa(40\bar{4}5)\frac{4}{5}R$, $\varkappa(10\bar{1}1)R$, $^*\varkappa(10.0.\bar{10}.9)\frac{10}{9}R$, $^*\varkappa(60\bar{6}5)\frac{6}{5}R$, $\varkappa(50\bar{5}4)\frac{5}{4}R$, $^*\varkappa(40\bar{4}3)\frac{4}{3}R$, $^*\varkappa(13.0.\bar{13}.9)\frac{13}{9}R$, $\varkappa(20\bar{2}1)2R$, $^*\varkappa(30\bar{3}1)3R$, $^*\varkappa(10.0.\bar{10}.3)\frac{10}{3}R$, $\varkappa(40\bar{4}1)4R$, $^*\varkappa(50\bar{5}1)5R$, $^*\varkappa(60\bar{6}1)6R$, $^*\varkappa(70\bar{7}1)7R$, $^*\varkappa(10.0.\bar{10}.1)10R$, $(10\bar{1}0)\infty R$, $(0001)0R$.

$^*\varkappa(0.11.\bar{11}.1)-11R$, $^*\varkappa(03\bar{3}1)-3R$, $^*\varkappa(05\bar{5}2)-\frac{5}{2}R$, $\varkappa(02\bar{2}1)-2R$, $\varkappa(0.16.\bar{16}.9)-\frac{16}{9}R$, $\varkappa(01\bar{1}1)-R$, $\varkappa(02\bar{2}3)-\frac{2}{3}R$, $^*\varkappa(01\bar{1}9)-\frac{1}{9}R$.

Ferner am einen Ende:

$^*\varkappa\pi(16.\bar{12}.\bar{4}.17)-\frac{16}{17}P\frac{4}{3}\ r$ in der Zone $40\bar{4}5 : 1\bar{1}01$
$^*\varkappa\pi(8.\bar{3}.\bar{5}.13)\frac{8}{13}P\frac{8}{5}\ l$ - - - $20\bar{2}3 : 03\bar{3}\bar{1}$
$^*\varkappa\pi(4\bar{2}\bar{2}5)\frac{4}{5}P2\ l$ - - - $40\bar{4}5 : 01\bar{1}0$
$^*\varkappa\pi(\bar{2}4\bar{2}1)4P2\ l$ - - - $\bar{2}201 : 01\bar{1}0$

und am anderen Ende:

$^*\varkappa\pi(\bar{1}65\bar{7})\frac{6}{7}P\frac{6}{5}\ l$ - - - $02\bar{2}\bar{3} : \bar{2}201$
$^*\varkappa\pi(6\bar{2}\bar{4}\bar{1})-6P\frac{3}{2}\ r$ - - - $10\bar{1}0 : \bar{2}201$
$^*\varkappa\pi(4\bar{2}\bar{2}3)\frac{4}{3}P2\ l$ - - - $02\bar{2}\bar{1} : 10\bar{1}\bar{1} : 2\bar{2}0\bar{1}$

Die tetartoëdrischen Flächen (zum Theil nur als Streifen auftretend) sind also ganz einem linken Krystall entsprechend angeordnet. Der Krystall gestattete leider

*) Die Lehrbücher von Naumann, Dana, Quenstedt geben die Spaltbarkeit anders, als in der von Friedel beobachteten Richtung an, nämlich nach dem ersten Prisma der alten Stellung. Herr Mügge macht auch auf Friedel's Angabe aufmerksam.

nicht, zu entscheiden, ob er auch optisch links drehend ist, und also die physikalischen Eigenschaften den geometrischen entsprechen.

Die Winkelmessungen lassen sich gut auf das von **Schabus** (Sitzungsber. Wien. Ak. 1851, **6**, 68) aufgestellte Axenverhältniss beziehen: $a : c = 1 : 1,14526$.

Eine Zusammenstellung sämmtlicher bisher am Zinnober bekannten Formen ergiebt 29 positive und 22 negative Rhomboëder, 5 Pyramiden zweiter Ordnung (Trigonoëder), 6 Trapezoëder, die Basis, das hexagonale und das trigonale Prisma. Da es aber bisher kein physikalisches Kennzeichen zur Unterscheidung positiver und negativer Rhomboëder giebt, so sind vielleicht einige als positiv und negativ aufgeführte Rhomboëder identisch.

Nachträglich beobachtete der Verf. noch an einem Zwilling nach der Basis das Rhomboëder $\varkappa(0\bar{5}51) - 5R$.

3) **Cerussit** von der Mine Sta. Eufemia in Spanien, Prov. Cordoba. Die Krystalle dieses Fundorts sollen an Schönheit und Flächenreichthum denen von Ems gleich stehen. Die Gangmasse ist ein quarzreiches, etwas ockeriges Gestein. An acht gemessenen Krystallen wurden folgende Flächen ermittelt, die neuen mit * bezeichnet:

(001) $0P$	(021) $2\breve{P}\infty$	(101) $\bar{P}\infty$
(010) $\infty\breve{P}\infty$	(031) $3\breve{P}\infty$	(114) $\frac{1}{4}P$
(100) $\infty\bar{P}\infty$	(041) $4\breve{P}\infty$	(112) $\frac{1}{2}P$
(110) ∞P	(051) $5\breve{P}\infty$	(111) P
(130) $\infty\breve{P}3$	(061) $6\breve{P}\infty$	(331) $3P$
*(016) $\frac{1}{6}\breve{P}\infty$	*(091) $9\breve{P}\infty$	*(14.14.1) $14P$
(012) $\frac{1}{2}\breve{P}\infty$	*(0.10.1) $10\breve{P}\infty$	(122) $\breve{P}2$
(011) $\breve{P}\infty$	*(0.14.1) $14\breve{P}\infty$	(121) $2\breve{P}2$
*(087) $\frac{8}{7}\breve{P}\infty$	*(105) $\frac{1}{5}\bar{P}\infty$	*(323) $\bar{P}\frac{3}{2}$
*(076) $\frac{7}{6}\breve{P}\infty$	(102) $\frac{1}{2}\bar{P}\infty$	

Die Messungen führen sehr annähernd zu dem von **Kokscharow** berechneten Axenverhältniss $a : b : c = 0,6102 : 1 : 0,7232$. Die 3—6 mm grossen Krystalle, meist tafelartig nach dem Brachypinakoid und säulenförmig nach der Brachydiagonale, sind fast alle verzwillingt nach (110) ∞P; Drillingsgebilde häufig.

Ref.: **C. Hintze.**

XXVIII. Ueber die Krystallform des Miargyrit.

Von

W. J. Lewis in Cambridge*).

(Mit 18 Holzschnitten.)

Nach der ältesten Beschreibung dieses Minerals von Naumann (Pogg. Ann. 1826, **17**) fallen die Flächen desselben in drei vorherrschende Zonen, welche der genannte Autor bezeichnet mit: [*abo*] (die Symmetriezone), [*bfdst*] = [100, 111] und [*opg*] = [10$\bar{1}$, 31$\bar{3}$]; Spaltbarkeit giebt er an nach *b* und *m*. In Miller's Mineralogy (1852) werden den von Naumann aufgeführten Zonen zwei neue hinzugefügt: [$\zeta hrMxy$] und [$vzkty_1g$]. In Folge der zwischen den Elementen herrschenden Beziehungen sind die Winkel in der Zone [$\zeta hrMxy$] sehr nahe die gleichen, wie in der Zone [*bfdst*]. Miller behielt die Orientirung und das Axensystem Naumann's, verwechselte aber die Winkel *ao* und *bo*, möglicherweise in Folge einer Confusion bei der Vertauschung der zur Bezeichnung der Flächen benutzten Buchstaben. Da Miller immer die Pole (100), (010), (001) mit *a*, *b*, *c* bezeichnet, so wurde Naumann's *b* Miller's *A*, und sein *a* Miller's *C***). Während aber Naumann angiebt: $ao = 48^{0}\,14'$, *ob* (Spaltb.) $= 50^{0}\,10'$, hat Miller: oA_1 (Spaltb.) $= 48^{0}\,14'$, $OC = 50^{0}\,10'$, und da er Jenem in der Orientirung der Krystalle folgte, so beruht dies jedenfalls auf einer irrthümlichen Verwechselung. Hierauf wurde bereits aufmerksam gemacht von A. Weisbach in seiner Arbeit über den Miargyrit (Poggend. Ann. **125**, 1865), in welcher er auch die neuen Flächen Miller's erwähnt, ohne indess eine kritische Bemerkung, welche sie mit dieser Umstellung in Beziehung setzen würde, daran zu knüpfen. Wenn nun Miller, wie es

---

*) Aus den Proceed. of the Cambridge Phil. Soc. IV, Pt. VI vom Verf. mitgetheilt.

**) Es werden grosse Lettern in dem ersten Theile dieser Abhandlung benutzt für die Buchstaben Miller's, wenn dieselben einer Verwechselung mit denen anderer Autoren ausgesetzt sind. Bei der Wiedergabe meiner eigenen Beobachtungen bedeuten dagegen grosse Buchstaben solche Flächen, für welche noch keine passende Bezeichnung existirte.

wahrscheinlich ist, diese Flächen durch Messung bestimmt hat, so ist folglich seine Zone [*CζhrMx*] entweder falsch oder richtig orientirt, je nachdem sein *C* Spaltungsfläche ist oder nicht. Sie würde zusammenfallen mit Naumann's Zone [*bfdst*], wenn die Ebene *C* diejenige ist, nach welcher Miller die Spaltbarkeit fand. In diesem Falle würde seine Angabe, dass *A* die Spaltungsfläche ist, einfach auf der falschen Meinung beruhen, dass dieselbe mit Naumann's Fläche *b* identisch sei. Geht man von Miller's Daten aus, so bietet die Bestimmung der Krystalle beträchtliche Schwierigkeiten dar, weil die Winkel in der gewöhnlich vorherrschenden Zone [*bfdst*] so grossen Schwankungen unterworfen sind, dass die Unterscheidung dieser Zone von Miller's Zone [*ζhrMxy*] oft sehr unsicher wird. Unter Beachtung der physikalischen Charaktere der Flächen jedoch und der Spuren von Spaltbarkeit, wo solche beobachtet werden konnten, fand ich, dass alle von mir gemessenen Krystalle, ungefähr zwanzig, zu dem Resultat führten, dass die Zone [*bfdst*] immer vorhanden war, während [*ζhrMxy*] niemals vorherrschte. Ueberdies scheint Weisbach's Vermuthung, dass eine Vertauschung der Winkel *ao* und *bo* bei Miller stattgefunden habe, durchaus correct. In diesem Falle wäre die von Letzterem angegebene Zone [*CζhrMxy*] einfach die gewöhnliche Zone [*bfdst*], welche durch die Vertauschung von Naumann's Flächen *a* und *b* jene Orientirung erhielt. Ausserdem würde dann auch die Zone [*vzkty*] ihre Orientirung ändern und ihre Flächen würden dann folgende Zeichen erhalten: *v*(013) = Weisbach's *β*, *z*(137), *k*(124), *y*(21$\bar{1}$), anstatt der von Miller angegebenen. Eine weitere Consequenz dieses Fehlers ist, dass alle von Miller berechneten Winkel, welche nicht in der Zone der Symmetrie liegen, unrichtig sind, und dadurch mag die Verschiedenheit zwischen den beobachteten und berechneten Werthen einiger Winkel verborgen geblieben sein.

Eine Durchforschung der handschriftlichen Notizen Miller's liess mich die Originalmessungen eines Krystalls entdecken, welche den oben gezogenen Schluss bestätigen. Darin wird angegeben 50° 20′ für den Winkel zwischen *o* und der Spaltungsfläche, welche mit *c* bezeichnet ist; ferner ist eine Skizze des Krystalls, projicirt auf die Symmetriebene, gegeben, die genügend charakteristisch ist, um seine Identification zu erleichtern, aber leider war auch das sorgfältigste Suchen nach demselben vergeblich. Sein Habitus ist derjenige des Krystalls Nr. 7 unter den von mir gemessenen, aber er zeigte gewisse Flächen, welche an dem letzteren Krystall nicht beobachtet wurden. Die Zeichnung desselben ist in Figur 1 so gut wie möglich reproducirt worden und in Figur 2 ist sie wiederholt, von der anderen Seite gesehen und so gestellt, dass (100) vertical steht. Der Krystall war wahrscheinlich ein Fragment und zeigte nur die angegebenen Flächen, welche mit den in der stereographischen Projection (Fig. 7) ange-

gebenen übereinstimmen, wenn man diese von der anderen Seite betrachtet, wie es auch mit Krystall 7 der Fall ist.

Miller hat ferner einen zweiten, Brooke angehörigen Krystall gemessen, der in den unten folgenden Zusammenstellungen mit D bezeichnet

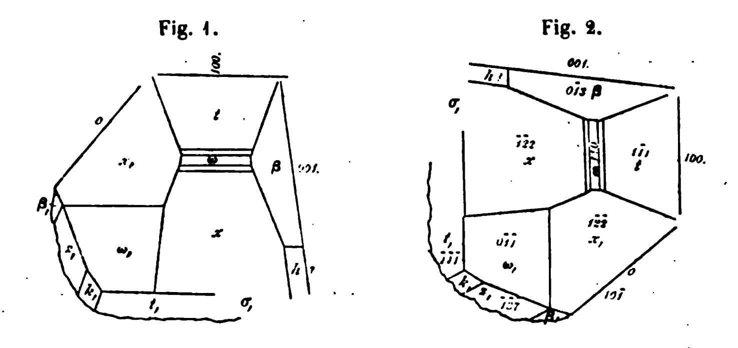


Fig. 1. Fig. 2.

werden soll. Er scheint ihn nicht vollständig bestimmt zu haben, und das die Beobachtungen begleitende Diagramm ist zu roh, um die Identification des Krystalls zu gestatten; doch dürfte er ähnlich Nr. 3 ausgebildet gewesen sein, da die Flächen $\eta d s t \omega x \beta z k$ beobachtet wurden. Die Messungen $t\omega = 16^0\,14'$ und $\omega x = 9^0\,4'$ sind unterstrichen, als wenn es besonders gute Beobachtungen wären. Auch die Zone $[\beta x t_1]$ ist gemessen.

Nachträglich erhielt ich von Frau Miller noch eine Anzahl loser Papiere mit weiteren Messungen Miller's, welche die vollständige Untersuchung zweier weiterer Krystalle, A und B, enthalten. A ist ein Krystall

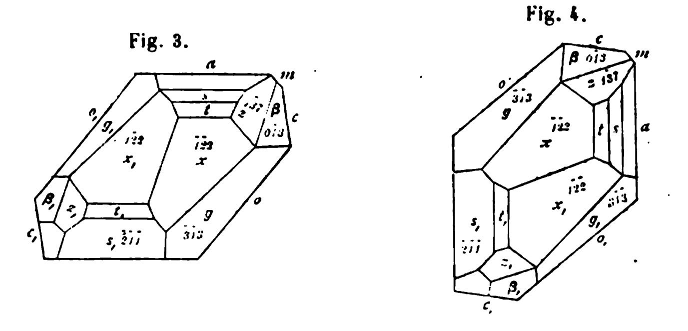


Fig. 3. Fig. 4.

mit gut entwickelten Flächen x und g, entspricht aber keinem der von mir untersuchten Krystalle; jedoch ähnelt er im Habitus am meisten Nr. 14. Der Krystall B ist offenbar identisch mit meinem Nr. 7 und Miller's Messungen stimmen auch sehr gut mit meinen überein. Ein anderes loses Blatt enthält eine mit C bezeichnete Skizze, welche mit der im Notizbuch iden-

tisch ist; die Flächen sind während der Messung mit griechischen Buchstaben bezeichnet und diese nachträglich mit Tinte durch diejenigen ersetzt worden, welche zur Bezeichnung der Flächen in Miller's Mineralogy benutzt wurden. Die Krystalle sind in allen Skizzen ähnlich orientirt, so dass, wie schon bemerkt, die sichtbaren Flächen diejenigen sind, welche die stereographische Projection zeigt, wenn man sie durch das Papier betrachtet. An A wurde die Symmetriezone gemessen, aber die Resultate schienen sehr unzuverlässig zu sein, da die Ablesungen mehrere Male in vier oder fünf Klammern eingeschlossen sind, deren Zahl offenbar den Grad der Unzuverlässigkeit andeuten sollte. An B wurde diese Zone nicht gemessen; die Ablesungen für s, t, ω, x sind unterstrichen und deren Winkelwerthe sind identisch mit den von mir gefundenen. Mit Ausnahme dieser sind alle wichtigeren von Miller gefundenen Winkel in den unten folgenden Tabellen unter den Columnentiteln A, B, C, welche sich auf die drei so bezeichneten Krystalle beziehen, aufgeführt. Miller hat noch einige andere Krystalle, aber nur unvollständig, gemessen. Unter diesen konnte Nr. 9 mittelst seiner Skizze und durch die Identität der Winkelwerthe mit den von mir erhaltenen wiedererkannt werden. Miller scheint indessen etwas geirrt zu haben bei der Bestimmung der Fläche i an diesem Krystall und hat wohl die Winkel der Symmetriezone nicht gemessen.

Endlich liegen auch ein oder zwei stereographische Projectionen vor, welche zeigen, dass Miller Versuche gemacht hat mit einer anderen Aufstellung der Krystalle. Einmal ist d als (111) gezeichnet, ein andermal β (Miller's v) als (110). Die in dem Notizbuch enthaltenen Beobachtungen scheinen im Sommer 1848 angestellt zu sein, und nach der Bezeichnung des Krystalls C dürften die losen Blätter aus derselben Zeit stammen. In diesem Falle muss Miller seinen eigenen Beobachtungen zu wenig Vertrauen geschenkt haben, um eine Aenderung der Naumann'schen Elemente zu rechtfertigen, und hat sich demnach damit begnügt, die Flächen anzuführen, welche er für neu hielt. $e(212)$ scheint er nicht beobachtet zu haben. Eine von ihm am Krystall A angegebene Fläche in der Zone $[dst]$, welche einen Winkel von 16° 5′ mit $a(100)$ macht, liegt zwischen (11.1.1) und (10.1.1); das erstere Zeichen erfordert den Winkel 15° 39′, das letztere 17° 6½′.

In Weisbach's Abhandlung von 1865 ist das vorher adoptirte Axensystem in ein solches umgeändert, in welchem o und c Orthopinakoid und Basis werden, und zwar war durch diese Aenderung beabsichtigt, die Form $g(313)$ als Prisma erscheinen zu lassen. Dieselbe hat indessen erhebliche Nachtheile, welche etwa dadurch erlangte Vortheile mehr als aufheben, und ist auch nicht durch die Wichtigkeit der Form (313) berechtigt. Die Zone $[og]$ ist im Allgemeinen stark gestreift und gekrümmt, und die Winkel derselben sind selten einer auch nur angenäherten Bestimmung fähig. Die

Flächen x sind dagegen gewöhnlich die am stärksten entwickelten und herrschten auch an den von Miller gemessenen Krystallen vor; $\beta(013)$ ist häufig sehr gross entwickelt, und ebenso die Flächen $\xi(\bar{2}13)$. Naumann's Orientirung stellt die wohlcharakterisirte Fläche A und die Zone $[Adst]$ in den Vordergrund, was mit der Entwicklung der Krystalle gut übereinstimmt; und sowohl die Entwicklung der flächenreicheren Krystalle, als auch die Einfachheit der sich ergebenden Indices sprechen entschieden zu Gunsten des früheren Axensystems.

Die zur Bezeichnung der Flächen benutzten Buchstaben sind vielfach verwechselt worden, und es ist nicht möglich, eine einwurfsfreie Bezeichnung zu finden. Ich habe versucht, so viel als möglich die von den verschiedenen Autoren benutzten Buchstaben beizubehalten. Die Buchstaben z und k wurden für die Flächen (137) und (124) in ihrer richtigen Lage verwendet, und einige der von Miller in der Zone $[ct]$ angewandten Buchstaben habe ich, da sie sich nicht mehr auf bekannte Flächen bezogen, auf neu beobachtete Formen übertragen.

Während ich mit der Berechnung und Herleitung neuer Elemente beschäftigt war, erschien die Arbeit G. vom Rath's (diese Zeitschr. 8, 25). Derselbe hat seine Axenelemente aus dem sphärischen Dreieck ss_1g berechnet, ohne seine übrigen Messungen mit zu benutzen. Er scheint nur wenige Krystalle untersucht zu haben, und wenn auch die Flächen s, s_1, g scharfe Bilder reflectirten, so ist doch die Zuverlässigkeit der so erhaltenen Elemente etwas zweifelhaft, weil die übrigen Messungen, sogar an eben demselben Krystall, stark von den berechneten Werthen abweichen. Ausserdem stimmen die von ihm gefundenen Winkel mit keinem der von mir untersuchten Krystalle überein. Prof. G. vom Rath fand $ss_1 = 77^0\,4'$, $gs = 69^0\,54'$, $gs_1 = 53^0\,33'$. Aus diesem Dreieck kann man in der That die Winkel dreier theoretischer Ebenen in der Zone der Symmetrie ableiten und folglich auch die Elemente des Krystalls. Die letzteren gewinnt man aber so auf einem sehr indirecten Wege, und die etwaigen Messungsfehler werden leicht durch den Gang der Rechnung vervielfacht. Ich habe übrigens selten gefunden, dass die Flächen s scharfe Bilder geben, und was die Flächen g betrifft, so sind sie sogar selten deutlich genug, um sie mit dem Fernrohr zu beobachten.

Die krystallographischen Verhältnisse ergeben sich somit viel einfacher, als sie von Miller beschrieben wurden. Ich fand als Hauptzonen $[AoCm]$, $[Afdst]$, $[opg]$, $[Ah\xi g]$ und $[\beta zktog]$. Nichtsdestoweniger variirt der Habitus der Krystalle stark, je nachdem einzelne Flächen über andere vorherrschen und je nachdem, welche Formen die so vorherrschenden sind. So weit es möglich ist, sie unter gewissen Typen einzuordnen, könnte dies in folgender Weise geschehen:

1) Gewöhnlicher Bräunsdorfer Typus, bei welchem die Flächen a, o, c

gross ausgebildet sind und *d*, *s*, *t* in abnehmender Grösse erscheinen und den Krystallen an den Seiten, wo die benachbarten Zonen [*dst*] einander schneiden, ein scharf keilförmiges Ansehen verleihen. Dieser Typus kann noch eingetheilt werden in einen, bei welchem die Flächen *d*, *s*, *t* u. s. w. gut entwickelt sind, und eine zweite Unterabtheilung, bei welcher die Streifung so vorherrscht, dass die auf einander folgenden Flächen in einander überzugehen scheinen und so zwei gekrümmt keilförmige Endigungen des Krystalls zu beiden Seiten von der Symmetriezone bilden. Figur 8 und 17 stellen Krystalle dieser Formen dar.

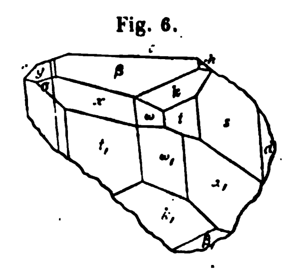
2) Krystalle von dem in Naumann's Mineralogie abgebildeten Habitus, bei denen die Flächen in der Symmetriezone und in [*dst*] sämmtlich gut entwickelt sind, während nach meinen Wahrnehmungen auch $\xi(\bar{2}13)$ vorherrschend erscheint (s. Figur 9).

3) Die Flächen *aoc* sind gross, *d* und *g* ungefähr gleich entwickelt, so dass der Krystall ein einigermassen rhombisches Ansehen erhält, wie aus Figur 11 ersichtlich.

4) Krystalle mit zahlreichen Flächen in den Zonen [*dst*] und [*βzkt*], alle ungefähr gleich entwickelt. Dieser Typus ist ein häufig vorkommender und ist ohne Messungen zuweilen schwer zu entziffern. Die Krystalle desselben unterscheiden sich übrigens oft beträchtlich von einander, insofern als bei manchen die Flächen *x* gross entwickelt sind, bei anderen *β*, während noch andere eine grosse *x*-Fläche zeigen, zusammen mit einer grossen *β*-Fläche, beide auf entgegengesetzten Seiten derjenigen Zone [*dst*], welche die grosse *x*-Fläche nicht enthält. Die Figuren 5, 10, 13 stellen Krystalle dieser Art dar.

Fig. 5.

Fig. 6.



5) Krystalle mit grosser *c*-Fläche und daher einigermassen tafelförmig. Die Ebenen der Zone [*opg*] sind gut sichtbar, während die Zonen [*dst*] weniger hervortreten, als bei den anderen Typen; s. Figur 6 und 12.

6) Habitus des sog. Kenngottit: d. i. Combinationen einer grossen *c*-Fläche mit kleineren, welche entweder in den Zonen [*dst*] oder [*opg*] liegen. Dieser Habitus, welcher selten zu sein scheint, ist in Figur 16 wiedergegeben.

7) Kleine Krystalle mit gut entwickeltem *o*, *b*, an denen die Flächen

g ein Prisma bilden. An dem besten von mir beobachteten Beispiele, in Figur 15 dargestellt, bildet a ein Dreieck, begrenzt von den untergeordneten Zonen $[dst]$, und c fehlt.

Bekanntlich sind die Flächen der Zonen $[aoc]$ und $[dst]$ sämmtlich stark gestreift, die letzteren in der Richtung ihrer Zonenaxe. Die Fläche a hat zweierlei Streifung parallel ihren Durchschnitten mit den anliegenden d-Flächen und zuweilen auch eine Streifung parallel $[ao]$; sie giebt in Folge dessen immer ein Bild, von dem die Arme eines vier- oder sechsstrahligen Kreuzes ausgehen. Die Fläche o giebt zuweilen gute Bilder, c dagegen im Allgemeinen doppelte. Die Fläche ξ, welche sich an mehreren der von mir untersuchten Krystalle vorfand, ist gut entwickelt und liefert zuverlässige, wenn auch nicht vollkommene Bilder. Von Miller's Zone $[\zeta hrt]$ wurde nur die Fläche h gefunden, zusammen mit den den Zonen $[aoc]$ und $[dst]$ gemeinsamen Flächen.

Was das Axensystem betrifft, so habe ich das von Naumann und Miller adoptirte beibehalten. Da die durch directe Beobachtung erhaltenen Axenelemente zu wenig zuverlässig sind, um benutzt werden zu können, und die besten Winkel derartig liegen, dass sie für die Berechnung schlecht geeignet sind, so habe ich zur Bestimmung der Elemente alle Winkel verwendet, welche leidlich zuverlässig erschienen und deren Werth nicht durch den Gang der Rechnung auf den einer schlechten Beobachtung herabgedrückt wird. Die Zahl der so angewendeten Winkel betrug 36. Es ist natürlich ausserordentlich schwierig, den Beobachtungen auf befriedigende Art Gewichte beizulegen; es wurde dies jedoch bei den besten Winkeln versucht. In Folge der besonderen Entwicklung der Miargyritkrystalle sind die sphärischen Dreiecke, welche man zu benutzen hat, sehr schlecht für die Rechnung geeignet, und es ist grosse Aufmerksamkeit nöthig, damit nicht die Fehler, welche nothwendig in den benutzten Winkelwerthen sich befinden, in bedenklicher Weise multiplicirt werden. Bei der Prüfung dieser Fehler und Variationen ergaben sich einige besondere Widersprüche, welche nicht ungewöhnlich zu sein scheinen. An dem Krystall Nr. 7, welcher gut ausgebildet erscheint und gute Reflexe liefert, wurden die Winkel $st = 13^0\ 51\frac{1}{2}'$, $t\omega = 17^0\ 24'$, $\omega x = 9^0\ 10\frac{1}{2}'$ gefunden. Die beiden letzteren stimmen gut mit den aus den Elementen berechneten überein, während der erstere $= 14^0\ 16\frac{1}{2}'$ sein müsste. Eine Kritik der Möglichkeit dieser vier Flächen, zwischen denen die aufgeführten Winkel liegen, und welche ein constantes anharmonisches Verhältniss haben, führte zu folgender Gleichung zwischen den Fehlern in den drei Beobachtungen:

$$1{,}51\ d\varphi = 2{,}56\ d\alpha + 0{,}6\ d\psi,$$

wenn $d\varphi$, $d\psi$ und $d\alpha$ die Fehler der Winkel xt, resp. ωs und ωx sind. Hieraus geht hervor, dass die beste Methode, diese Winkel zu benutzen,

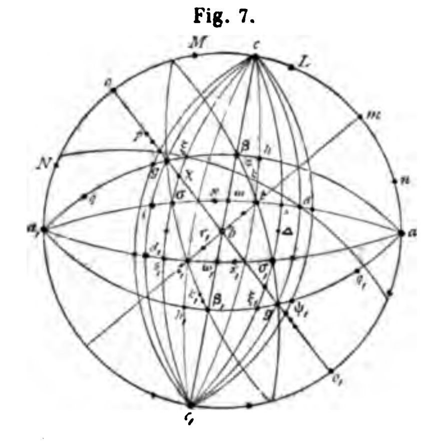
darin besteht, ωx aus xt und ωs zu berechnen, während die ungünstigste Combination die Berechnung von ωs aus den beiden anderen ist.

An einem anderen Krystall, Nr. 3, erscheint in der Zone $[dst]$ eine gut entwickelte und scharfe Reflexe gebende Fläche δ, welche gegen d unter einem Winkel von $1^0\,24\frac{1}{2}'$ geneigt ist. Die eigentliche Fläche d selbst bildet mit s einen beträchtlich kleineren Winkel, als er sonst gefunden wurde. Für die benachbarte Fläche δ ergiebt sich nur das complicirte Symbol (17.6.6), welches übrigens mit dem Resultat der Beobachtung im Einklange steht, da der berechnete Winkel d: (17.6.6) $= 1^0\,37\frac{1}{2}'$. Die Winkel in der anderen Zone $[dst]$ sind sehr nahe die normalen, aus den Elementen sich ergebenden. Der Winkel dd_1 ist indessen weit unter dem an anderen Krystallen gewöhnlich gefundenen Werthe, und dies steht offenbar in Zusammenhang mit der Dislocation in der Zone $[d\delta st]$. Die Gegenwart dieser Fläche δ in einer wohldefinirten Zone zeigt, wie schwierig es ist, zuverlässige Messungen da zu erhalten, wo solche Schwankungen durch stärkere Streifung noch undeutlicher gemacht werden.

Die Messung aller Krystalle wurde zuerst ausgeführt mit einem kleinen Goniometer von Cary, welches mit einem Spiegel zur Erzeugung einer Signallinie versehen war. Wenn die Bilder genügend hell und scharf waren, konnte dasjenige der Fläche genau mit dem des schwachen Signals zur Deckung gebracht werden, während beide durch ein kleines, in der Hand gehaltenes Galiläi'sches Fernrohr betrachtet wurden. Gute so erhaltene Beobachtungen wurden ein, zwei oder drei Mal unterstrichen, je nach der Güte der Ablesung. Die besseren Winkel wurden dann meist mit einem grossen horizontalen Goniometer (Durchmesser 200 mm) gemessen, welches mit Fernrohr (Vergrösserung 10—12 Mal) und Collimator ausgerüstet war. Es zeigte sich hierbei, dass die Ablesungen an dem grossen Goniometer, welches je 20″ angab, von denen des kleinen nur um einen Bruchtheil einer Minute abwichen, wenn die Messung mit dem letzteren zu den zwei oder drei Mal unterstrichenen gehörte. Drei oder vier Winkel an dem besten Krystall (in Fig. 8 dargestellt) wurden auch mit einem im britischen Museum befindlichen Fuess'schen Goniometer gemessen. Die grösste Abweichung von meinen vorhergehenden Messungen ergab sich hierbei zu 1,'5; dies ist eine Differenz, wie sie von der Verschiedenheit in der Vergrösserung der Fernröhre hervorgebracht werden kann. Die verglichenen Winkel waren die folgenden:

	Miller's Goniometer:	Cary's Gon.:	Fuess' Gon.:
dd_1	$= 96^0\,26\frac{1}{4}'$	$96^0\,26\frac{1}{3}'$	$96^0\,24\frac{3}{4}'$
dk	$= 35\quad 9$	$35\quad 4$	$35\quad 3\frac{3}{4}$
$k\xi$	$= 34\quad 20\frac{1}{2}$	$34\quad 24\frac{1}{3}$	$34\quad 24\frac{1}{4}$
$d\xi$	$= 69\quad 29\frac{1}{2}$	$69\quad 28\frac{1}{6}$	$69\quad 28$
ds	$= 10\quad 31\frac{2}{3}$	$10\quad 31\frac{1}{2}$	$10\quad 31\frac{5}{8}$
st	$= 14\quad 31$	$14\quad 27$	$14\quad 26\frac{3}{4}$

Die Flächen k und t zeigen mehrfache Reflexe und sind auch weniger glänzend als die anderen, so dass die von diesen Flächen gebildeten Winkel sich zur Prüfung der Genauigkeit der Instrumente weniger eignen. Die Vergleichung der aufgezählten Winkel und einer grossen Zahl anderer, welche mit dem grossen horizontalen Goniometer und mit dem Cary'schen gemessen wurden, liess es erlaubt erscheinen, mehrere nur mit dem letzteren Instrumente gemessene Winkel zu benutzen, wenn nämlich die erhaltenen Reflexe scharf genug waren, um gute Beobachtungen mit dem kleinen Galiläi'schen Fernrohr zu gestatten, während sie für die Anwendung des stärker vergrössernden Fernrohrs zu schwach waren. In den unten folgenden Tafeln sind die mittelst des horizontalen Goniometers mit zwei Fernröhren gemessenen Winkel mit einem * versehen und dadurch von den anderen unterschieden. Die doppelten Winkelangaben beziehen sich auf entsprechende Flächenpaare; wenn jedoch der zweite Winkel in Klammern eingeschlossen ist, so gab wenigstens eine der Flächen zwei Bilder, so dass zwei Winkelwerthe gefunden wurden, von denen der in der Klammer befindliche der weniger vertrauenswürdige ist.


Fig. 7.

Die an den verschiedenen Krystallen beobachteten Flächen und die sie verbindenden Zonen sind in Fig. 7 dargestellt, mit Weglassung einiger weniger Buchstaben und der entsprechenden Zonenkreise, welche die Figur zu complicirt gemacht hätten. Die beobachteten Formen sind die folgenden:

a =	$(100)\infty\bar{P}\infty$	i =	$(\bar{3}11)3\bar{P}3$
m =	$(101)-\bar{P}\infty$	b =	$(010)\infty\grave{P}\infty$
L =	$(703)-\frac{7}{3}\bar{P}\infty$	r =	$(121)-2\grave{P}2$
λ =	$(102)-\frac{1}{2}\bar{P}\infty$?	h =	$(113)-\frac{1}{3}P$
	$(105)-\frac{1}{5}\bar{P}\infty$	β =	$(013)\frac{1}{3}\grave{P}\infty$
	$(104)-\frac{1}{4}\bar{P}\infty$	ξ =	$(\bar{2}13)\frac{2}{3}\bar{P}2$
c =	$(001)0P$	g =	$(\bar{3}13)\bar{P}3$
M =	$(\bar{1}03)\frac{1}{3}\bar{P}\infty$	ψ =	$(\bar{4}13)\frac{4}{3}\bar{P}4$
o =	$(\bar{1}01)\bar{P}\infty$	q =	$(\bar{1}\bar{2}.1.3)4\bar{P}12$
R =	$(\bar{2}01)2\bar{P}\infty$	z =	$(137)-\frac{3}{7}\grave{P}3$
N =	$(\bar{3}01)3\bar{P}\infty$	k =	$(124)-\frac{1}{2}\grave{P}2$
	$(711)-7\bar{P}7$	χ =	$(\bar{2}12)\bar{P}2$
η =	$(611)-6\bar{P}6$	γ =	$(\bar{4}14)\bar{P}4$

*) $f = (922)-\frac{9}{2}\bar{P}\frac{9}{2}$
$\varphi = (411)-4\bar{P}4$
$d = (311)-3\bar{P}3$
$\varepsilon = (522)-\frac{5}{2}\bar{P}\frac{5}{2}$
$s = (211)-2\bar{P}2$
$t = (111)-P$
$X = (122)-\not{P}2$
$\iota = (011)\not{P}\infty$
$x = (\bar{1}22)\not{P}2$
$\sigma = (\bar{2}11)2\bar{P}2$

$\pi = (\bar{5}15)\bar{P}5$
$p = (\bar{6}16)\bar{P}6$
$w = (\bar{1}\bar{2}.1.15)\frac{4}{5}\bar{P}12$
$\zeta = (\bar{2}15)\frac{2}{5}\bar{P}2$
$\Delta = (210)\infty\bar{P}2$
$(1.6.16)-\frac{3}{8}\not{P}6$?
$(\bar{1}19)\frac{1}{9}P$?
$(\bar{1}.2.10)\frac{1}{5}\not{P}2$?
$(139)\frac{1}{3}\not{P}3$?

Ausserdem sind von anderen Beobachtern noch folgende Formen angegeben worden:

$n = (301)-3\bar{P}\infty$
$\mu = (70\bar{2})\frac{7}{2}\bar{P}\infty$
$u = (\bar{2}03)\frac{2}{3}\bar{P}\infty$
$\chi = (15.1.1)15\bar{P}15$
$\omega = (811)-8\bar{P}8$
$F = (511)-5\bar{P}5$
$\delta = (13.4.4)-\frac{13}{4}\bar{P}\frac{13}{4}$

$A = (\bar{1}11)P$
$\varsigma = (181)-8\not{P}8$
$E = (212)-\bar{P}2$?
$J = (\bar{6}76)\frac{7}{6}\not{P}\frac{7}{6}$
$e = (\bar{1}\bar{2}.5.20)\frac{3}{5}\bar{P}\frac{12}{5}$
$\gamma = (\bar{3}\bar{6}.13.39)\frac{12}{13}\bar{P}\frac{36}{13}$?
**) $\alpha = (\bar{2}33)\not{P}\frac{3}{2}$?

Für die Rechnung wurden folgende Winkel benutzt:

$$co = 48^0\ 21{,}'17$$
$$a_1o = 50\ \ 16{,}25$$
$$dd_1 = 96\ \ 27{,}2$$

Aus diesen ergeben sich die Miller'schen Elemente:

$$am = 41^0\ 23{,}'79, \quad bt = 27^0\ 24{,}'4, \quad cm = 39^0\ 58{,}'79,$$

denen folgendes Axenverhältniss entspricht:

$$a : b : c = 3{,}0017 : 1 : 2{,}9166$$
$$\beta = 81^0\ 22{,}'58.$$

---

*) Von Naumann beobachtet und so bezeichnet.

**) α ist höchst wahrscheinlich identisch mit x. Weisbach's Figur 9 zeigt dieselbe gross entwickelt. Seine Messungen sind indess nur approximativ und stimmen weder mit dem Zeichen von α noch dem von x überein. Er giebt dafür folgende Werthe:

		Weisbach ber.:	Ber. für x:
$\alpha\alpha_1$	$= 40\frac{3}{4}^0$	$42^0\ 8'$	$39^0\ 48{,}'7$
$a\alpha$	$= 98\frac{1}{4}$	99 20	96 18
$s\alpha$	$= 42^0\ 47'$		

Die Fläche wurde auch von G. vom Rath beobachtet, welcher keine Messungen angiebt, aber erwähnt, dass er auffallende Schwankungen in den Winkeln derselben gefunden hat, und dass die Fläche an mehreren Krystallen gross entwickelt gewesen sei. Unter meinen Krystallen fanden sich neun, an denen x gut ausgebildet war. Es liegt in den Zonen $[mk]$, $[t_1 v]$, $[ck_1]$, $[hs_1]$, $[g\sigma_1]$ und $[R_1 t_1]$, wodurch die richtigen Indices sicher zu bestimmen sind, während die Winkel in der Zone $[dtx]$ zu wenig zuverlässig sind, um zwischen den beiden Symbolen zu entscheiden.

Die an den einzelnen Krystallen beobachteten Formen waren die folgenden:

Krystall 1. Figur 8.

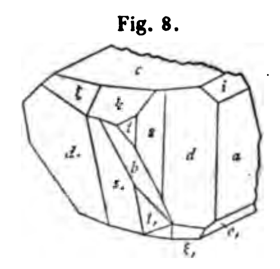
$a, \eta, d, s, t, b, m,$ (105), $c, M, o, R, \xi, \psi, h, k.$

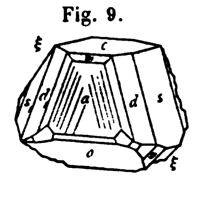
Ein sehr guter Krystall; ξ und k sind vorzüglich ausgebildet, aber nur das erstere giebt gute Bilder; ψ und h sind sehr klein. Ferner wurden Reflexe beobachtet in der Zone $[a\xi]$ zwischen ξ und ψ und zwar unter den Winkeln: $\xi\Theta = 3^0\,22', 4^0\,15', 4^0\,56'$.

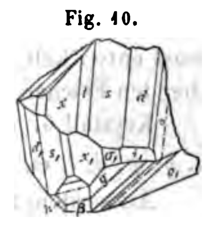
Krystall 2. Figur 9.

$a, \eta, f, \varphi, d, s, t, \omega, c, o, N, q, \psi, g, \xi, h, w(12.1.\bar{1}\bar{5})$.

Ein guter Krystall, an dessen einer Seite ξ die vorherrschende Fläche ist. Eine Fläche von $(12.1.\bar{1}\bar{5})$ ist gut entwickelt; g ist schlecht ausgebildet und giebt mehrere Bilder, so dass ag gefunden wurde: $59^0\,50', 60^0\,8', 60^0\,18', 61^0\,15'$. Die Flächen q an entgegengesetzten Seiten von N liegen


Fig. 8.


Fig. 9.


Fig. 10.

mit letzterem nicht in einer Zone, wie bei der Messung von $qq_1 (= 31^0\,51\frac{1}{4}'$, schlecht) nachgewiesen wurde. Endlich erscheint zwischen q und ψ eine schlecht ausgebildete Fläche, welche nur unbestimmte Reflexe giebt; dieselbe ergab $a\varDelta = 40^0\,53'$ und mag daher $(\bar{1}\bar{1}.2.6)$ sein, da dessen berechneter Winkel zu $a = 40^0\,51,'3$.

Krystall 3. $a, d, s, t, \omega,$ (105), c, o, g, p oder $(\bar{7}17)$. Ausserdem tritt eine rauhe, mit Vertiefungen bedeckte Fläche in der Zone $[adst]$ auf, welche vielleicht auch der Zone $[Og]$ angehört; in diesem Falle wäre es $(\bar{1}11)$. In der Zone $[ad_1 s_1]$ liegt die bereits erwähnte Fläche $\delta(17.6.6)$.

Krystall 4. Figur 10.

$a, f, d, s, t, x, \sigma, i, L, m, \lambda, c, M, o, p, \gamma, \pi, g, h, \beta, z,$ (1.6.16)?.

Die Flächen sind sämmtlich klein und in Folge ihrer grossen Zahl erscheint das Ende des Krystalls gerundet. Die der Zone $[og]$ angehörigen Flächen sind alle stark gerundet und gestatten keine genaue Bestimmung; die Reflexe der einen Seite bilden einen fast zusammenhängenden Streifen von 17^0 Länge und mit helleren Stellen in Intervallen von ein oder zwei Graden.

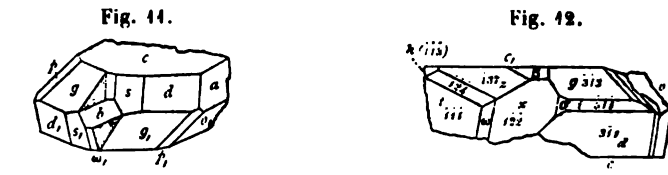
Ein anderer Krystall von derselben Ausbildung war beträchtlich verzerrt und gab sehr schlechte Messungen. Er zeigte ausser den obigen noch die Formen R, k, ω. Die Zone $[Rtx_1]$ gab:

$$x_1 t = 39^0\, 36'$$
$$tR = 63\ 43$$
$$(64\ 25)$$

Krystall 5. Figur 11.

d, d, s, ω, b, c, o, p, g.

Auch hier sind die Flächen der an b angrenzenden Zone $[ds]$ rauh und mit Vertiefungen bedeckt. Mit Ausnahme von p, s und ω sind alle Flächen


Fig. 11. Fig. 12.

gross entwickelt, geben aber alle schlechte Reflexe. Die einander entsprechenden Flächen o, g liegen nicht genau in einer Zone.

Krystall 6. Figur 12.

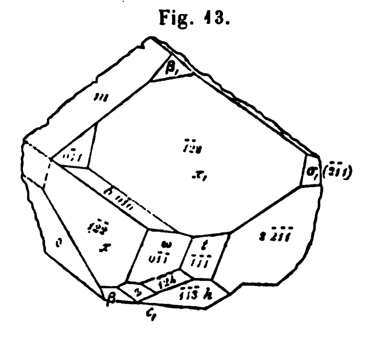
a, η, φ, d, t, ω, x, σ, i, o, c, β, z, k, g, $(\bar{1}\bar{2}.1.12)$, $(\bar{2}1.4.21)$ oder $(\bar{5}15)$, h.

Ausserdem zeigt der Krystall eine zweifelhafte Fläche $\varrho(1\bar{3}9)$ zwischen c und z und in der Zone $[ahg\beta]$.

Krystall 7. Figur 13.

s, t, ω, x, σ, b, c, m, o, β, z, k, h.

Es liegt eine Skizze dieses Krystalls von Miller vor in einem Brooke gehörigen Notizbuche; dieselbe ist eine Copie der auf den losen, bereits erwähnten Blättern befindlichen, und derselben ist folgende Notiz von Miller beigefügt: »Es ist nicht der Mühe werth, die Angabe von Winkeln zu versuchen, bis alle Krystalle gemessen sind; v, u, t, x, y und z sind neu.« Die vorhandenen Flächen sind diejenigen, welche die stereographische Projection zeigt, wenn man sie durch das Papier betrachtet, und wendet man diese nach oben, indem man sie dem Beobachter zukehrt, so bringt man sie natürlich in eine solche Stellung, welche die irrthümliche Auffassung Miller's als eine leicht erklärliche erscheinen lässt. Die Spaltbarkeit nach a und m ist recht deutlich.


Fig. 13.

Krystall 8.

$a, c, M, o, \beta, k, s, t, x, \sigma, i, g, p.$

Die Flächen dieses Krystalls sind alle sehr gestreift und die erhaltenen Messungen daher schlecht. Sie zeigen jedoch deutlich die tautozonalen Beziehungen der Fläche x.

Krystall 9. Figur 14.

$a, o, c, \eta, \varphi, d, s, \omega, x, \sigma, i, \beta, z, k, p, g.$

Ein kleines Fragment, an welchem z und k verhältnissmässig gross sind. Dasselbe war von Miller gemessen worden, jedoch nicht vollständig. Seine Messungen stimmen sehr gut mit den meinigen überein.

Krystall 10. Figur 15.

$a, o, b, g, d, s, t.$

Ein sehr kleiner Krystall mit deutlicher prismatischer Entwicklung und grossen Flächen o und b.

Fig. 14.

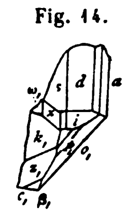


Fig. 15.

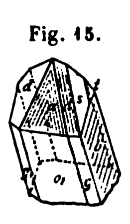


Fig. 16.

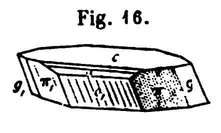
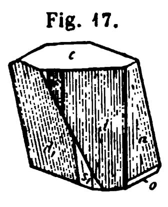


Fig. 17.



Krystall 11. Figur 5 (S. 550).

$d, s, t, \omega, x, \sigma, i, g, k.$

Unvollständig ausgebildet und mit derbem Miargyrit verwachsen. Die Flächen sind alle sehr gestreift.

Krystall 12. Figur 16.

$c, o, a, m, \pi, g.$

Kleiner Krystall mit grosser c-Fläche; die Zone $[o, \pi, g]$ ist gestreift und die Flächen $o\pi$ mehrfach mit einander alternirend.

Krystall 13. Figur 17.

$a, c, M, o, d, s, t.$

Dieser und einige ähnliche von mir gemessene Krystalle sind ziemlich gross und zeigen c vorherrschend, während die stark gestreiften und gerundeten Flächen d, s, t die Krystalle zu beiden Seiten mit scharfen dreiseitigen Ecken begrenzen. Die an diesen Krystallen (einer davon zeigte auch die Fläche k) angestellten Messungen konnten nur zur Bestimmung der vorhandenen Formen dienen.

Krystall 14.

$a, d, \varepsilon, s, t, X, \omega, x, m$, (205)?, (104), c, o, p, g.

Ein guter Krystall, mit mehreren anderen auf Quarz aufgewachsen, ganz vom Ansehen der Handstücke von Bräunsdorf, aber mit einer Etiquette, welche als Fundort Wolfsberg angiebt. In Folge der Verwachsung mit der Matrix konnten nur wenige Zonen, und diese nur approximativ, gemessen werden. Nach dem Habitus der Krystalle dieses Handstückes ist es wahrscheinlich, dass der von Miller gemessene Krystall A demselben Stücke entnommen war. Die Zone $[opg]$ ist gross, aber unregelmässig entwickelt, während $[d\varepsilon st]$ fast gekrümmt erscheint durch die Zahl der darin auftretenden Flächen; unter diesen sind ε und X gross ausgebildet. In der Zone $[ca]$ ist nur o gross; a und m bilden nur schmale Abstumpfungen der die Fläche d begrenzenden Kanten. Die hauptsächlichsten an diesem Krystall gemessenen Winkel sind folgende:

	Berechnet:	Beobachtet:
$d\varepsilon$ =	4° 56′	4° 39′
		(9 15)
ds	10 45,5	(11 20)
		11 32
st	14 16⅓	14 18
tX	8 21⅓	8 10
$X\omega$	9 2	9 11
ωx	9 6	9 38

	Berechnet:	Beobachtet:
oc =	48° 21,′2	48° 20′
c(104)	13 2,6	13 46
c(205)?	19 57,3	20 29
		(21 35)
cm	39 58,8	40 20
ma	41 23,8	41 9

An einem losen Krystall, Nr. 14[a], von ähnlichem Habitus, wurden die folgenden Flächen beobachtet:

$a, d, s, t, \omega, x, m, o, p, g, r$, 121, 12.7.$\bar{1}$?, 836?

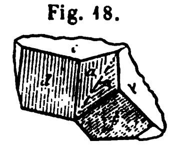
Die drei letzten Flächen sind zwar gut ausgebildet, geben aber doch keine genauen Messungen; es besitzen deshalb die Bestimmungen der beiden letzten Symbole nicht diejenige Sicherheit, als wenn sie aus dem Durchschnitt bekannter Zonen abgeleitet worden wären. Derselbe Grund hat mich veranlasst, die Indices der Mehrzahl derjenigen Formen als zweifelhaft zu betrachten, welche mit einem Fragezeichen versehen worden sind. Die Symbole derselben waren in diesen Fällen im Allgemeinen aus Messungen derjenigen Winkel abgeleitet, welche sie mit herrschenden Flächen aus der Symmetriezone bilden.

Krystall 15. Figur 18.

Ein Zwilling mit denselben Formen und dem gleichen Habitus, wie Krystall 13. Der eine Theil ist mit dem für Fig. 9 und 15 benutzten Axensysteme gezeichnet, der andere, dessen Flächen mit den entsprechenden griechischen Buchstaben bezeichnet sind, besitzt eine gegen das Axen-

system des ersten um die Normale zu $\xi(\bar{2}13)$ gedrehte Lage. Der Krystall ist mit anderen derart verwachsen, dass nur der in der Figur gezeichnete Theil sichtbar ist. Die Messungen wurden durch den geringen Glanz und die starke Streifung auf den Flächen a, d, s, und durch die unebene Beschaffenheit von c und γ sehr erschwert. Auf demselben Stücke sass noch ein kleinerer Zwilling derselben Art.

Fig. 18.



Die erhaltenen approximativen Messungen sind in der folgenden Tabelle mit denen verglichen, welche unter der Annahme von $\xi(\bar{2}13)$ als Zwillings- und Zusammensetzungsfläche berechnet wurden:

			Berechnet:
$c\gamma$	$= 76^0\ 23'$ gut		$76^0\ 2'$
	(76 56)		
$a\alpha$	38 45		39 54
$c\alpha$	55 51		55 51
ca	81 18 approx.		
γa	81 30 -		
[ad	44 -	$= a\delta$	
dt]	26^0—27^0 -	$= \delta\tau$	
$d\delta$	40^0—42^0 zweifelhaft		40 58
$t\tau$	$84\frac{1}{4}$—$86\frac{3}{4}$ -		83 56

Zwei kleine Krystalle, welche von Südamerika stammen sollen, wurden neuerdings von meinem Freunde H. A. Miers im British Museum gemessen, welcher mir seine Resultate freundlichst mittheilte. Diese Krystalle, an denen die Formen a, c, o, g, d, s, t, ω, σ, i, k, ξ beobachtet wurden, sind stark gestreift und verzerrt; klare und bestimmte Reflexe gaben nur c, o, t, ω, σ und k, von denen die letzte Fläche die beste war.

Nach Vollendung meiner Berechnungen erhielt ich durch Herrn Prof. Groth auch das von Herrn Friedländer gemessene Exemplar der Strassburger Sammlung (s. P. Groth, die Mineraliensammlung der Universität Strassburg) zugesandt. Dasselbe besteht aus zwei mit einander verwachsenen sehr schönen Krystallen. Ausser den von Herrn Friedländer angegebenen Formen fand ich noch $\beta(013)$ und $\zeta(\bar{2}15)$ in guter Ausbildung, ferner in Spuren b, η, x und k, und endlich scheint mir noch die Existenz von drei anderen Flächen, nämlich $(\bar{1}.2.10)$, $(\bar{1}19)$ und einer bisher noch nicht angegebenen in der Zone $[c\beta]$, daran nachweisbar zu sein. In Friedländer's Zeichnung ist der Krystall gleichsam hemimorph entwickelt dargestellt, indem γ an einer Seite des Poles der Symmetrieaxe, g an der anderen vorherrschend erscheint. Während ich dieses Verhältniss etwas anders fand, war ich sehr überrascht von der grossen Entwicklung

der Flächen χ an dem kleineren Krystall der Gruppe. Friedländer berechnete seine Elemente aus Winkeln, welche von der Fläche c gebildet werden, deren Reflexe nach meiner Meinung wegen der starken Streifung derselben keine zuverlässigen Daten liefern. Ferner giebt derselbe den Winkel $a_1 o = 49^0\ 45'$, einen Werth, welcher mir, obgleich ich fast genau den gleichen fand, nach sorgfältiger Untersuchung zweifelhaft erscheint, weil die Fläche a durch einen Sprung getheilt und eine Partie derselben aus ihrer richtigen Lage entfernt ist. Diese aber ist es, welche das hellste Bild und den angeführten Winkelwerth liefert, und dass dieselbe nicht der wahren Flächenlage entspricht, ergiebt sich daraus, dass sie beträchtlich vom Parallelismus mit der gegenüberliegenden a-Fläche abweicht, und das von ihr reflectirte Bild ausserhalb der Zonen liegt, welche a enthalten. Das von dem nicht gestörten Flächentheile gelieferte Bild ist weniger deutlich, aber es führt auf den Winkel $a_1 o = 50^0\ 4\frac{1}{2}'$, $^*50^0\ 3'$, während der Winkel zwischen den parallelen Flächen zu $50^0\ 11\frac{1}{2}'$ resp. $^*50^0\ 10'$ gefunden wurde. Dasselbe liefert ferner $ai = 47^0\ 39'$. Den Winkel zu dem dislocirten Theile von a fand ich $47^0\ 33'$, den zu der richtigen a-Fläche $= 47^0\ 40'$. Herr H. A. Miers bestätigte meine Resultate mit dem Fuess'schen Goniometer und fand noch eine neue Fläche $\varDelta(210)$ zwischen s und σ. Er beobachtete $ao = 50^0\ 5\frac{1}{2}'$, $(50^0\ 8')$, $50^0\ 9'$; $\chi\chi_1 = 83^0\ 29\frac{3}{4}'$; $\chi\zeta = 27^0\ 22\frac{1}{2}'$.

Der beschriebene Krystall ist somit eine Combination folgender Formen:

$$a,\ \eta,\ d,\ s,\ t,\ \omega,\ x,\ \sigma,\ i,\ o,\ \gamma,\ g,\ \chi,\ b,\ \beta,\ \zeta,\ k,\ \varDelta(210),\ (\bar{1}19)?,\ (\bar{1}.2.10)?.$$

Die daran angestellten Messungen sind in der mit »Strassburg« überschriebenen Columne zusammengestellt.

In den folgenden Tabellen sind nun die hauptsächlichsten berechneten und beobachteten Winkel zusammengestellt. Die erste Columne enthält die berechneten Werthe, in den anderen Columnen sind die beobachteten Winkel und am Kopfe einer jeden die Nummer des betreffenden Krystalls angegeben. Die mit einem * versehenen Werthe sind mit zwei Fernröhren gemessen, die anderen mit dem kleinen verticalen Goniometer. Wo mehrere Beobachtungen an einem Krystalle angegeben sind, so beziehen sie sich auf correspondirende Flächen, ausser wenn sie in Klammern eingeschlossen sind, in welchem Falle sie doppelten Bildern der einen oder beider Flächen entsprechen.

In den Figuren 8, 10, 11, 17 fällt die Symmetrieebene fast, aber nicht ganz, mit der Zeichnungsebene zusammen, während Figur 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12 und 14 orthogonale Projectionen auf die Symmetrieebene sind. Figur 1 und 3 sind ziemlich genaue Copien von Miller's Skizzen der Krystalle C und A. Figur 2 und 4 sind Wiederholungen derselben Zeichnungen von der anderen Seite gesehen und so gedreht, dass sie sich in der normalen Stellung befinden. Figur 13 ist eine verkehrte Copie der Flächen

an meinem Krystall 7 und **Miller**'s *B*. **Miller**'s Zeichnung stimmt ganz damit überein, mit der einzigen Ausnahme, dass sie keineder in der Symmetriezone gelegenen Flächen enthält. Das benutzte Axensystem ist dasselbe, wie in Figur 8. In den Figuren 9, 15 und 16 steht die Symmetrieebene senkrecht und ist von vorn nach hinten gerichtet. Figur 18 stellt den Zwillingskrystall dar und wurde bereits beschrieben.

Berechnet	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 4	Nr. 11	Strassburg
$c\zeta$ = 36° 20',75	—	—	—	—	*36° 21',5 *36 26,5 *(36 36)
$c\xi$ 51 58,5	*51° 56'	*51° 45',6			
$c\chi$ 63 45	—	—	—	—	*63 48,16 *63 46 *(63 56)
$\xi\sigma$ 26 28					π — *116 15,25
$\chi\sigma$ 14 41,5	—	—	—	14° 59',5	*14 39,4
$\sigma s,$ 31 59,9	—	—	31° 40' 31 43,5	31 48,67	*31 55
s,Δ 15 38	—	—	—	—	15 28,5 (15 7)
$\xi s,$ 58 27,9	*58 32,33	*58 38,16			
$s,c,$ 69 33,6	*69 27	*69 29,75	—	—	*69 34
			Nr. 6		
$aq,$ 28 43,5	—	*23 57			
$a\Lambda$ 40 31	—	40 53 (schlecht)			
$a\psi,$ 50 16	50 16	*50 3			
$ag,$ 59 12,5	—	*60 8 *(60 19) *(61 13)	58 41,5		
$a\xi,$ 70 8,6	—	*69 55			
$a,\xi,$ 109 51,4	109 46	*110 2 *(109 52)			
$g,\beta,$ 37 1					
$\xi,\beta,$ 26 4,9	—	—	37 2,5		
$\beta,h,$ 12 47	—	—	12 46		
$\xi,h,$ 38 51,9	38 49	*38 50			
$a,h,$ 70 59,5	70 57				
$h,(\bar{1}3\bar{9})$	—	—	8 4		
		Nr. 7		**Miller's** *C*	
ch 44 1	—	—	*43 57		
ht 25 19,6	—	25 20,38	*25 20		
ct 69 20,6	69 17,5	—	*69 16,16	69 37	

	Berechnet	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7	Nr. 12	Strassburg	Miller's Messungen A	Miller's Messungen C
an =	17°50',07	—	—	—	—	—		—	—		—	20° 0' = a, (Spaltfläche)
aL	22 37	—	—	—	22° 4'							
Lm	18 46,8	—	—	—	19 7 (19 43)							
am	41 23,8	41°26',5	41°22',25	41°17',5	41 12,5	—		—	41° 5'	41°18',5 41 25	41°28'	38 5 = a, (Spaltfläche)
a 105	71 47,25	70 29 (72 41) (73 31)	—	71 38 (72 1)								
λc	24 7,16	—	—	—	24 21 bis 27 25 (26 51 beste Mes.)							
mc	39 58,8	39 46	•39 56,75 •(39 58,33)	—	40 29	—	—	40° 1'	39 53	39 58	40 54	
ac	81 22,58	•81 21 81 15	•81 19 •(81 21)	81 20	—	80° 27'	—	—	80 58	81 23 •81 29 •81 18,33	—	81 28
$ca,$	98 37,42	98 43,5 •98 42	—	—	98 12,5	—	—	—	—	—	—	99 32
cM	18 36,1	18 27	—	—	18 12,5	—	18° 35'					
Mo	29 45	29 54	•29 42,67	—	29 44	—	29 45					
co*	48 21,17	•48 20 (48 21) 48 3	—	—	47 56	48 53 48 41	47 40	48 26	48 21	•48 17,33 •48 17,16 48 22	49 45 (schlecht)	
oN	30 35,65	30 54	•30 35	—								
$Na,$	19 40,6	19 40 19 18	•19 44,5	—								
$Ra,$	28 52	28 56	—	—								
$oa,$*	50 16,25	•50 22 50 41	•50 19,33	50 9,5	50 17 50 7,5 (50 22,5)	50 43	—	49 16,5 (Spaltfl. schlecht)	50 41	•50 3 •50 10 50 19	—	50 20 = o (Spaltfläche)
$om,$	91 40	—	—	—	—	—	—	91 47,5 (Spaltfl.)				

	Berechnet	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 6	Nr. 7	Nr. 8	Nr. 9	Nr. 10	Nr. 11	Strassburg	Miller's Mess. A	Miller's Mess. C
a(711)	23°45′	—	—	—	—	23° 31′,5								
aη	26 56	26° 52′	—	—	—	27 51	—	—	27°25′	—		—	26°27′	—
ηd	17 50,23	—	—	—	—	17 44,5	—	—	18 7	—		—	17 20	—
aφ	36 58,67	—	*36°45′,83 +(36 53,33)	—	—	38 5,5	—	—	—	—		—	36 51	—
φd	7 48,56	—	*7 47,67	—	—	7 30	—	—	7 50				6 56	
ad	44 46,23	*44 48,5	*44 33,5 +(44 41)	*44° 56′,5 44 47	—	45 35,5	—	—	—	*44° 23,5 44 45,5	— a,σ =	— *120° 39′,67	43 47	—
ds	10 45,44	*10 31,5 10 49	*10 36,83	*10 36 10 17,5	10° 5′	—	—	—	11 4	10 41,5	10°19′			
as	55 31,67	55 36 55 13,5	*55 10,33 +(55 17,83)	—	—	—	—	—	—	55 27	—	—	55 46	—
st	14 16,33	*14 31 14 15,5	—	*14 5,75	—	—	*13° 54′,5	14° 10,5 (13 42)	—	14 11,25	14 31 (15 23)	—	14 2 13 43	—
at	69 48	69 40,5 69 31,5	—	—	—	—	—	—	—	69 38,25	—	—	69 29	69°54′ 69 49
tω	17 23,22	—	—	*17 33,25	—	(17 8) *17 51	*17 24,16	—	—	—	17 17	—		17 12 15 53
sω	31 39,55	—	—	*31 39 31 42,5	—	—	*31 15,67	—	—	—	—	—		—
ωx	9 6,14	—	—	—	—	*9 19,8	*9 10,4	—	—	—	9 33	—		9 7 10 16 (10 22)
tX	8 21,23													
tx	26 29,36	—	—	—	26 31	*27 11	—	26 2	—	—	—	—	26 18 26 56	26 19 26 9
xσ	24 11,4	—	—	—	24 28	24 11	—	—	22 49 (23 58)	—	23 55	—		23 46 (23 40)
ωσ	33 17,54	—	—	—	—	—	—	—	33 55	—	—	—		—
σi	11 43,67	—	—	—	11 33,33	—	—	—	—	—	11 38	*11 45,33		—
a,i	47 47,57	—	—	—	—	47 54	—	—	47 31	—	—	*47 40,25		—
					(fd 10 23,5)									
a,x	83 42,64	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	82 50 π-95 58	83 1 π-96 4 π-95 58

	Berechnet	Nr. 1	Nr. 4	Nr. 6	Nr. 7	Nr. 8	Nr. 9	Nr. 11	Strassburg	Miller's Messungen C	A	B
β(1.6.16)	= 3°53'	—	4°14'									
βz	8 6,35	—	8 27	—	*8° 7,75	8° 0'	7°59'	—		8° 7' 8 4*)	8°32'	8° 8'
zk	4 49,65	—	—	*4°22,67 *(3 50,67)	*4 30,5	—	—	—	—	—	—	4 30,5
βk	12 56	—	—	—	*12 38,25	—	11 54	—		12 51		
kt	16 39,75	16°47,33	—	*17 12	*16 56,4	16 40	—	16° 44'		16 50	—	16 57
βt	29 35,75	—	29 34,5	—	*29 34,66	29 21	—	—		29 41 29 32*)	29 8	
tσ,	35 31,84	—	35 29	—	*35 21,25 *(35 26,7)	—	—	35 23,5		35 32	—	35 27,5
σ,g,	23 5,25	—	23 4	—	—	—	—	23 12				
tg,	58 37,1	—	—	—	—	58 14	—	—		57 29*)	58 38	
tz	21 29,4	—	—	*21 24,67							20 36	
cβ	43 52	—	43 51 (43 46)	—	—	43 48	—	—	43° 48'	43 57 π — 43 58		
βω	27 0,5	—	27 1	—	27 0 27 1	—	—	—	—	27 1 26 55		
cω	70 52,5	—	70 52	70 45	—	70 27	—	—	70 53,67 70 49,25	70 52 π — 70 49		
ωb	19 7,5	—	—	—	19 7 19 6,5							
ωω,	38 15	—	—	—	38 13,5	—	—	38 17,5	—	38 19		
c,(015)?	29 58,4	—	—	—	—	—	—	—	31 41			

*) Hier scheinen Schreibfehler in der Bezeichnung der Messungen vorzuliegen.

	Berechnet	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 6	Nr. 8	Nr. 9	Nr. 10	Nr. 11	Nr. 12	Strassburg
o(1̄2.1.12) =	10°35,'16	—	—	10° 34' (9 58) (10 49)	11° 5'					
o(9̄19)	13 59,5	—	14° 9,'5(?)	—	—		—		—	13° 48'
o(8̄18)	15 39,6	—	16 2,5(?)							
o?		18° 34'								
op	20 29,7	—	20 47,5	—	20 46 20 28					
o(2̄1.4.21)	23 8	—	—	23 3						
oπ	24 9,5	—	—	—	—		—		24° 44'	
o(9̄29)	26 30,5	—	—	—	—		—		26 28	
oγ	29 16,7	—	29 55,5 29 8	—	—		—		—	*29 9,67 *29 18 *29 11,83
og	36 46,85	36 35,5	37 44,5 37 34	36 40	36 54		36° 48,'25 36 59 37 10		36 52 π — 36° 37' π — 36 43	36 54 36 58 36 2,5
oχ	48 16,4	—	—	—	—		—		—	*48 10,75 *48 11,4 *48 18 *48 8
χχ,	83 27,2	—	—	—	—		—		—	*83 29,25
gg,	106 26,3	—	105 15							
ob	90 0	—	—	—	—		89 57,5			
γχ	48 59,7	—	—	—	—		—		—	*19 1,16 *18 55
					Nr. 1		Nr. 2			
cg	57 50,5	—	—	57 55,75	—	—		—	57 57 π — 57° 56'	
gi	24 17,8	—	24 13	24 15,5	—	24° 11,'5	•	24° 19'		
id,	27 16,1	—	27 10,5 27 1,5	*27 23 *(27 37)	—	27 6,5	—	27 9,5		
gd,	51 33,9	*51 40 *(51 33)	—	—	—					
ci	82 8,3									
d,c,	70 35,6	*70 24	70 58		70 32 70 26		*70 31,75			

	Berechnet	Nr. 1	Nr. 3	Nr. 4		Nr. 5	Miller's A	Miller's B
$dd,$ =	*96°27',2	*96° 26',38	96° 8',67	97° 8'		96°45'		
$ss,$	77 30,5	*77 37,4	*77 59,33	77 38		78 6,5		
$ii,$	91 2,16	—	—	90 59				
						Strassburg		
$\sigma\sigma'$	70 46	—	—	70 53		*70 48,67 π — *109 14,67		
		Nr. 7	Nr. 8					
$xx,$	39 48,67	*39 50,25	39 49	39 49,5		—	39°54'	39°48'
bx	19 54,83	19 56,83 19 58,16				·		19 57 19 51
$(\bar{5}04)g$	37 49,2					Nr. 11		
gx	35 6,8	—	35 8 34 37	34 56,5		34 51	34 52 35 6	
$x\sigma,$	51 34,7	—	—	51 36				
						Miller's C		
ox	71 27,75	—	—	π — 71 31		71 30		
				Nr. 15	D			
$t,\beta,$	68 30,7	68 46,33	—	68°51'	—	—	69 2 69 10	
$tx,$	39 15	*39 13,83	39 4 38 48	39 12	39°20'	39 5	39 12 39 23	—
$x,\beta,$	29 35,7	29 33	29 42,5 29 46,5	—	29 28	29 32	29 47 29 50	29 41
				Nr. 11	Nr. 6			
ωk	18 14,33	18 26,5	—	18 4 18 57	18 55	18 16	—	18 19
kh	12 37	12 22,5	—	—	12 17			
$h\omega$	30 51,33	30 47,75	—	—	—	—	—	30 45
$\omega t,$	43 43,7	—	—	43 44 43 38	—	43 17		
		Nr. 1						
$c(\bar{1}26)$	45 3,9	—	—	—		44 16 (?)		
cx	72 24,25	—	72 30	—	*72 34	72 23		
$xk,$	52 56	—	52 51	52 49	--	52 42		
$c,k,$	54 39,67	54 32,67	—	—	*54 2	54 51		
cz	50 51,33	—	50 33	—	*50 19	π — 50 31		

	Berechnet A	Nr. 1	Nr. 11	Nr. 14
dk =	35° 8',5	*33° 9'		
kξ	34 23,84	*34 20,5		
dξ	69 32,16	*69 29,5 *69 34		
d,ξ	58 24,7	*58 30,75		
ξ(104)	59 54	*59 32		
ξs	60 2,9	*60 15		
ξt	47 56	*48 1,5		
ξt,	60 24,7	*60 30		
ξξ,	98 5,7	*98 13,25		
s,k	69 9	*69 23		
d,k	75 15,4	*75 22,5		
k(104)	53 34,67	*53 30,5 *53 28		
kk,	72 50,67	*72 59		
mt	62 35,6	62 32 62 31		
tb	27 24,4	27 29 27 25		
tt,	54 48,8	54 54	54° 49',5	
rr,	29 4			
mr	75 28	—	—	75° 2' 73 59
		Nr. 3	**Nr. 5**	**Miller's**
gs	70 5,7	70 8	70 5	
gs,	53 42	53 43	53 42 53 55	53 34

	Berechnet	Nr. 2	Nr. 10
cφ =	71° 46',75	*71° 42',7	
φψ	44 55,75	*45 0	
oφ	68 52	*68 55	
od	73 58,4	*73 58,33 *(74 0)	78° 36' (78 52)
os	80 55	*80 59 *(81 6,5)	
ow	11 49	11 49,5 (11 56)	
oξ	42 37	42 42	
oξ,	137 23	137 20,5	
qq,	32 34	31 51,25	
cw	41 53	π — 41 57,5	
aw	58 5	57 57	
Nw	38 53,4	38 50	
hh,	97 30,85	—	
mk	58 2,4	—	
kx	24 26	—	
		Nr. 7	**Miller's B**
xh	36 35,5	*36 34,75	36 33
x,h	64 9,6	*64 3	28 17
sh	28 25,67	*28 19	

XXIX. Krystallographische und optische Untersuchungen am Amphibol des Aranyer Berges.

Von

August Franzenau in Budapest *).

(Hierzu Taf. XII.)

Krystallographisch und optisch wurde der Amphibol des Aranyer Berges noch nicht eingehender untersucht. Der Entdecker desselben A. Koch**) theilt wohl die daran vorgefundenen Formen mit, aber die Angaben basiren nicht auf Messungen, nur der Winkel des Prisma ist approximativ mit $55\frac{1}{2}^{0}$ angegeben.

Da die Amphibole dieses Fundortes die sehr seltenen Eigenschaften in sich vereinigen, neben ausgezeichneter Ausbildung auch Durchsichtigkeit zu besitzen, wurde ich von Herrn Professor Dr. Josef Krenner mit der Untersuchung dieser vulkanischen Gebilde betraut. Die Untersuchungen beziehen sich hauptsächlich auf die Verhältnisse der Form und der optischen Eigenschaften.

Das Material gehört dem hiesigen National-Museum, welches Institut es der Freundlichkeit des Herrn Professor Dr. A. Koch verdankt.

Der Gesammthabitus dieser Amphibole stimmt am meisten mit den von Schrauf***) gezeichneten, von Kostenblatt und Normarken stammenden überein, nur dass unsere Hornblende formenreicher ist. Es treten an derselben fünf neue Formen auf, wodurch die Zahl der bis jetzt bekannten Formen des Amphiboles sich auf 23 erhöht. Mit Ausnahme von vieren wurden alle an den Siebenbürgischen Krystallen beobachtet; hingegen konnte ich die von A. Koch angeführten Flächen $d = 011$ und $o = \bar{2}21$ an meinem Materiale nicht auffinden.

*) Aus dem XII. Band der »Értekezesek« der ung. Akad. der Wissenschaften vom Verfasser mitgetheilt.

**) Im XV. Band der »Mathematikai es természettudományi közlemények« der ung. Akad. — Mineralog. und petrograph. Mittheil. von G. Tschermak, Band I, Heft 4. — Diese Zeitschr. 3, 306.

***) Atlas der Krystallformen des Mineralreichs. Wien.

Im Folgenden führe ich alle bis jetzt am Amphibol beobachteten Formen an; die mit einem Stern versehenen sind die an den Krystallen des Aranyer Berges auftretenden, die mit zwei Sternen versehenen hingegen die neuen Formen.

$^{*}a = (100)\infty\bar{P}\infty$	$d = (011)\grave{P}\infty$
$^{*}b = (010)\infty\grave{P}\infty$	$^{*}z = (021)2\grave{P}\infty$
$^{*}c = (001)0P$	$s = (041)4\grave{P}\infty$
$^{*}n = (310)\infty\bar{P}3$	$^{*}k = (111)-P$
$^{**}q = (210)\infty\bar{P}2$	$^{*}v = (131)-3\grave{P}3$
$^{*}m = (110)\infty P$	$^{**}g = (151)-5\grave{P}5$
$^{*}e = (130)\infty\grave{P}3$	$^{**}u = (112)-\frac{1}{2}P$
$^{**}f = (201)-2\bar{P}\infty$	$^{*}r = (\bar{1}11)P$
$l = (101)-\bar{P}\infty$	$^{*}i = (\bar{1}31)3\grave{P}3$
$^{**}h = (203)-\frac{2}{3}\bar{P}\infty$	$^{*}\varrho = (\bar{1}51)5\grave{P}5$
$^{*}t = (\bar{2}01)2\bar{P}\infty$	$o = (\bar{2}21)2P$
$^{*}w = (\bar{1}01)\bar{P}\infty$	

Zur Bezeichnung der Flächen habe ich die Buchstaben Miller's benützt, ausgenommen den der Fläche $d = 011$, welcher von Schrauf, den der Fläche $s = 041$, welcher von Kokscharow, und den der Fläche $\varrho = \bar{1}51$, welcher von Des Cloizeaux übernommen wurde.

Sämmtliche beobachtete Flächen des Amphiboles habe ich in einer sphärischen Projection (Taf. XII, Fig. 3), die am Amphibol des Aranyer Berges auftretenden in einem idealen Krystall vertical (Fig. 4) und auf die Endfläche $b = 010$ (Fig. 5) projicirt.

Da die Resultate meiner Messungen etwas von den berechneten Winkelwerthen, welche aus dem von von Nordenskiöld*) bestimmten und auch von Des Cloizeaux**) und Kokscharow***) acceptirten Axenverhältniss sich ergeben, abweichen, so war ich gezwungen, für den Amphibol dieses Fundortes ein anderes Axenverhältniss zu adoptiren.

Zur Grundlage der Berechnung wurden, als die Resultate der Messungen an den besten Flächen, die folgenden Winkel genommen:

$(110)(\bar{1}10) =$	$124^{0}\ 16{,}'2$
$(\bar{1}10)(\bar{1}11)$	$68\ \ 58{,}3$
$(\bar{1}11)(\bar{1}\bar{1}1)$	$31\ \ 38$

woraus das Axenverhältniss:

$$a : b : c = 0{,}54812 : 1 : 0{,}29455$$
$$\beta = 105^{0}\ 20{,}'3.$$

In Bezug auf dieses Axenverhältniss gebe ich im Folgenden die von mir berechneten Winkelwerthe aller bis jetzt am Amphibol bekannter Formen:

*) Bidrag till närmare kännedom af Finlands Mineralier och Geognosie. Stockholm.

**) Manuel de Minéralogie. Tome premier. Paris.

***) Materialien zur Mineralogie Russlands. VIII. Band. St. Petersburg.

	$a = 100$	$b = 010$	$c = 001$	$a' = \bar{1}00$	$n = 310$	$q = 210$	$m = 110$
$a = 100$	0° 0′,0	90° 0′	74° 39′,7	180° 0′	9° 59′,9	14° 48′,7	27° 51′,9
$b = 010$	90 0	0 0,0	90 0	90 0	80 0,1	75 11,3	62 8,1
$c = 001$	74 39,7	90 0	0 0,0	105 20,3	74 54	75 11	76 28,5
$a' = \bar{1}00$	180 0	90 0	105 20,3	0 0,0	170 0,1	165 11,3	152 8,1
$n = 310$	9 59,9	80 0,1	74 54	170 0,1	0 0,0	4 48,8	17 52
$q = 210$	14 48,7	75 11,3	75 11	165 11,3	4 48,8	0 0,0	13 3,2
$m = 110$	27 51,9	62 8,1	76 28,5	152 8,1	17 52	13 3,2	0 0,0
$e = 130$	57 45,9	32 14,1	81 53,4	122 14,1	47 46	42 57,2	29 54
$e' = \bar{1}30$	122 14,1	32 14,1	98 6,6	57 45,9	112 14,2	107 25,4	94 22,2
$m' = \bar{1}10$	152 8,1	62 8,1	103 31,5	27 51,9	142 8,2	137 19,4	124 16,2
$q' = \bar{2}10$	165 11,3	75 11,3	104 49	14 48,7	155 11,4	150 22,6	137 19,4
$n' = \bar{3}10$	170 0,1	80 0,1	105 6	9 59,9	160 0,2	155 11,4	142 8,2
$f = 201$	35 45,5	90 0	88 54,2	144 14,5	36 57	38 19,3	44 9,5
$l = 101$	50 15,3	90 0	24 24,4	129 44,7	50 58,5	51 49,3	55 34,9
$h = 203$	57 8,8	90 0	17 30,9	122 51,2	57 42,5	58 22,2	61 20,5
$t = \bar{2}01$	130 1,3	90 0	55 21,6	49 58,7	129 17,7	128 26,5	124 38,8
$w = \bar{1}01$	105 47,3	90 0	31 7,6	74 12,7	105 32,5	105 15	108 55,2
$d = 011$	75 15,5	74 8,5	15 51,5	104 44,5	72 39,6	71 35,3	69 21
$z = 021$	76 42,2	60 24,2	29 35,8	103 17,8	71 48,1	69 35,9	64 16
$s = 041$	79 56	44 21,7	48 38,3	100 4	72 23,8	68 50,8	59 38,8
$k = 111$	51 25,5	77 14,3	27 21,5	128 34,5	49 16,3	48 45	49 7
$v = 131$	58 4,3	55 48,5	41 7,7	121 55,7	51 48,2	49 5,1	48 5,9
$g = 151$	64 57,8	41 26,5	52 56,1	115 2,2	56 50,8	53 4,7	43 34,5
$u = 112$	61 19,1	82 39,4	15 25,3	118 40,9	60 20,5	60 13,4	64 8,2
$r = \bar{1}11$	105 10,7	74 11	34 33,2	74 49,3	102 9	100 34,2	95 58,3
$i = \bar{1}31$	101 58	49 38,3	49 17,1	78 2	95 15,9	92 0	83 8,7
$\varrho = \bar{1}51$	99 1,7	35 13,3	60 25	80 58,3	90 48,8	86 43,6	75 56
$o = \bar{2}21$	125 53,4	65 43,5	58 47,5	54 6,6	120 23,7	117 29,7	109 2

	$e = 130$	$e' = \bar{1}30$	$m' = \bar{1}10$	$q' = \bar{2}10$	$n' = \bar{3}10$	$f = 201$	$l = 101$
$a = 100$	57° 45′,9	122° 14′,1	152° 8′,1	165° 11′,3	170° 0′,1	35° 45′,5	50° 15′,3
$b = 010$	32 14,1	32 14,1	62 8,1	75 11,3	80 0,1	90 0	90 0
$c = 001$	81 53,4	98 6,6	103 31,5	104 49	105 6	88 54,2	24 24,4
$a' = \bar{1}00$	122 14,1	57 45,9	27 51,9	14 48,7	9 59,9	144 14,5	129 44,7
$n = 310$	47 46	112 14,2	142 8,2	155 11,4	160 0,2	36 57	50 58,5
$q = 210$	42 57,2	107 25,4	137 19,4	150 22,6	155 11,4	38 19,3	51 49,3
$m = 110$	29 54	94 22,2	124 16,2	137 19,4	142 8,2	44 9,5	55 34,9
$e = 130$	0 0,0	64 28,2	94 22,2	107 25,4	112 14,2	64 21	70 3,5
$e' = \bar{1}30$	64 28,2	0 0,0	29 54	42 57,2	47 46	115 39	109 56,5
$m' = \bar{1}10$	94 22,2	29 54	0 0,0	13 3,2	17 52	135 50,5	124 25,1
$q' = \bar{2}10$	107 25,4	42 57,2	13 3,2	0 0,0	4 48,8	141 40,6	128 10,7
$n' = \bar{3}10$	112 14,2	47 46	17 52	4 48,8	0 0,0	143 3	129 1,5
$f = 201$	64 21	115 39	135 50,5	141 40,6	143 3	0 0,0	14 29,8
$l = 101$	70 3,5	109 56,5	124 25,1	128 10,7	129 1,5	14 29,8	0 0,0
$h = 203$	73 10,9	106 49,1	118 39,5	121 37,8	122 17,5	21 23,3	6 53,5
$t = \bar{2}01$	110 3,7	69 56,3	55 21,2	51 33,5	50 42,3	94 15,8	79 46
$w = \bar{1}01$	98 20,6	81 39,4	76 4,8	74 45	74 27,5	70 1,8	55 32
$d = 011$	68 28,7	84 31,5	95 34,9	100 8,8	101 43,3	41 31,8	28 50,2
$z = 021$	57 17,2	72 30,2	88 25,5	95 31	98 5,7	47 25	37 38,7
$s = 041$	43 16,3	57 12,3	78 41	88 41,3	92 24	59 3,2	53 0,4
$k = 111$	58 42,3	98 22,8	116 37,2	123 7	125 9,2	19 13,3	12 45,7
$v = 131$	40 45,7	78 51,5	101 49,3	111 34,2	115 2,5	36 47,5	34 11,5
$g = 151$	30 42,3	65 53,8	91 21,7	102 33,7	106 39,3	50 9	48 33,5
$u = 112$	68 38,8	98 30,1	111 22,7	115 32,9	116 16,3	26 16,7	13 2,4
$r = \bar{1}11$	84 47	68 16,3	68 58,3	71 10,2	72 14	70 49	57 0,5
$i = \bar{1}31$	64 4,5	48 49,5	60 55,5	68 31,8	71 32,5	74 55	64 27,3
$\varrho = \bar{1}51$	52 36,3	39 13,3	58 37,8	68 52	72 45,7	78 38,3	70 57
$o = \bar{2}21$	87 59,5	48 39,9	44 44	47 17,5	49 33,5	93 53,1	80 40,9

	$h = 203$	$t = \bar{2}01$	$w = \bar{1}01$	$d = 011$	$z = 021$	$s = 041$	$k = 111$
$a = 100$	57° 8′,8	130° 1′,3	105° 47′,3	75° 15′,5	76° 42′,2	79° 56′	51° 25′,5
$b = 010$	90 0	90 0	90 0	74 8,5	60 24,2	41 21,7	77 14,3
$c = 001$	17 30,9	55 21,6	31 7,6	15 51,5	29 35,8	48 38,3	27 21,5
$a' = \bar{1}00$	122 51,2	49 58,7	74 12,7	104 44,5	103 17,8	100 4	128 34,5
$n = 310$	57 42,5	129 17,7	105 32,5	72 39,6	71 48,1	72 23,8	49 16,3
$q = 210$	58 22,2	128 26,5	105 15	71 35,3	69 35,9	68 50,8	48 45
$m = 110$	61 20,5	124 38,8	103 55,2	69 21	64 16	59 38,8	49 7
$e = 130$	73 10,9	110 3,7	98 20,6	68 28,7	57 17,2	43 16,3	58 42,3
$e' = \bar{1}30$	106 49,1	69 56,3	81 39,4	84 31,5	72 50,2	57 12,3	98 22,8
$m' = \bar{1}10$	118 39,5	55 21,2	76 4,8	95 34,9	88 25,5	78 41	116 37,2
$q' = \bar{2}10$	121 37,8	51 33,5	74 45	100 8,8	95 31	88 41,3	123 7
$n' = \bar{3}10$	122 17,5	50 42,3	74 27,5	101 43,3	98 5,7	92 24	125 9,2
$f = 201$	21 23,3	94 15,8	70 1,8	41 31,8	47 25	59 3,2	19 13,3
$l = 101$	6 53,5	79 46	55 32	28 50,2	37 38,7	53 0,4	12 45,7
$h = 203$	0 0,0	72 52,5	48 38,5	23 27,5	33 58,9	50 56,2	14 28,6
$t = \bar{2}01$	72 52,5	0 0,0	24 14	56 51,2	60 22,8	67 56,3	80 1,4
$w = \bar{1}01$	48 38,5	24 14	0 0,0	34 34,2	41 54	55 33,2	56 30
$d = 011$	23 27,5	56 51,2	34 34,2	0 0,0	13 44,3	32 46,8	23 50
$z = 021$	33 58,9	60 22,8	41 54	13 44,3	0 0,0	19 2,5	28 11,7
$s = 041$	50 56,2	67 56,3	55 33,2	32 46,8	19 2,5	0 0,0	41 10,5
$k = 111$	14 28,6	80 1,4	56 30	23 50	28 11,7	41 10,5	0 0,0
$v = 131$	34 47,8	81 33	62 5,3	28 34,9	21 10,1	23 8,3	21 25,8
$g = 151$	48 55,3	83 14,9	68 0,1	38 18,8	26 34,9	16 4,3	35 47,8
$u = 112$	8 19	69 8,5	45 12	15 47,8	25 39,9	42 51,8	11 56,2
$r = \bar{1}11$	50 31,5	28 40,5	15 49	29 55,2	31 42,3	41 30,7	53 45,2
$i = \bar{1}31$	59 46,2	45 59,2	40 21,7	36 26,8	27 30	23 29,9	55 41,7
$\varrho = \bar{1}51$	67 35,8	58 16,2	54 46,7	45 43,2	33 36,9	20 3,2	60 4,9
$o = \bar{2}21$	74 25,9	24 16,5	33 46,3	52 21,3	49 11,2	49 23,2	75 35,8

	$v = 131$	$g = 151$	$u = 112$	$r = \bar{1}11$	$i = \bar{1}31$	$\varrho = \bar{1}51$	$o = \bar{2}21$
$a = 100$	58° 4′,3	64° 57′,8	61° 19′,1	105° 10′,7	101° 58′	99° 1′,7	125° 53′,4
$b = 010$	55 48,5	41 26,5	82 39,4	74 11	49 38,8	35 13,3	65 43,5
$c = 001$	41 7,7	52 56,1	15 25,3	34 33,2	49 17,1	60 25	58 47,5
$a' = \bar{1}00$	121 55,7	115 2,2	118 40,9	74 49,3	78 2	80 58,3	54 6,6
$n = 310$	51 48,2	56 50,8	60 20,5	102 9	95 15,9	90 43,8	120 23,7
$q = 210$	49 5,1	53 4,7	60 13,4	100 34,2	92 0	86 43,6	117 29,7
$m = 110$	43 5,9	43 34,5	61 3,2	95 58,3	83 8,7	75 56	109 2
$e = 130$	40 45,7	30 42,3	68 38,8	84 47	64 4,5	52 36,3	87 59,5
$e' = \bar{1}30$	78 51,5	65 53,8	98 30,1	68 16,3	48 49,5	89 13,3	48 39,9
$m' = \bar{1}10$	101 49,3	91 21,7	111 22,7	68 58,3	60 55,5	58 37,8	44 44
$q' = \bar{2}10$	111 34,2	102 33,7	115 32,9	71 10,2	68 31,8	68 52	47 47,5
$n' = \bar{3}10$	115 2,5	106 39,3	116 46,3	72 14	71 32,5	72 45,7	49 33,5
$f = 201$	36 47,5	50 9	26 16,7	70 49	74 55	78 38,3	93 53,1
$l = 101$	34 11,5	48 33,5	13 2,4	57 0,5	64 27,3	70 57	80 40,9
$h = 203$	34 47,8	48 55,3	8 19	50 31,5	59 46,2	67 35,8	74 25,9
$t = \bar{2}01$	81 33	83 14,9	69 8,5	28 40,5	45 59,2	58 16,2	24 16,5
$w = \bar{1}01$	62 5,3	68 0,1	45 12	15 49	40 21,7	54 46,7	33 46,3
$d = 011$	28 34,9	38 18,8	15 47,8	29 55,2	36 26,8	45 43,2	52 21,3
$z = 021$	21 10,1	26 34,9	25 39,9	31 42,3	27 30	33 36,9	49 11,2
$s = 041$	23 8,3	16 4,3	42 51,8	41 30,7	23 29,9	20 3,2	49 23,2
$k = 111$	21 25,8	35 47,8	11 56,2	53 45,2	55 41,7	60 4,9	75 35,8
$v = 131$	0 0,0	14 22	28 38,2	52 52,4	43 53,7	43 11,5	68 35,5
$g = 151$	14 22	0 0,0	42 13	55 37,2	39 34,2	34 3,9	65 27,5
$u = 112$	28 38,2	42 13	0 0,0	44 32,3	51 42,8	59 16,8	67 50,7
$r = \bar{1}11$	52 52,4	55 37,2	44 32,3	0 0,0	24 32,7	38 57,7	24 14,3
$i = \bar{1}31$	43 53,7	39 34,2	51 42,3	24 32,7	0 0,0	14 25	25 53,3
$\varrho = \bar{1}51$	43 11,5	34 3,9	59 16,8	38 57,7	14 25	0 0,0	35 23,2
$o = \bar{2}21$	68 35,5	65 27,5	67 50,7	24 14,3	25 58,3	35 23,2	0 0,0

Die Winkelmessungen wurden mit einem **Lang**'schen Reflexionsgoniometer ausgeführt.

Erster Krystall.

Dieser $\frac{3}{4}$ mm lange und nicht ganz $\frac{1}{2}$ mm breite Krystall ist unter allen untersuchten an Flächen der reichste, da er drei Pinakoide, drei Prismen, vier Hemiorthodomen, ein Klinodoma und sechs Hemipyramiden, zusammen 17 Formen aufweist, worunter vier Formen neu sind.

Die Formen sind folgende:

$a = 100$	$w = \bar{1}01$
$b = 010$	$z = 021$
$c = 001$	$k = 111$
$n = 310$	$v = 131$
$q = 210$	$r = \bar{1}11$
$m = 110$	$i = \bar{1}31$
$f = 201$	$\varrho = \bar{1}51$
$h = 203$	$u = 112$.
$t = \bar{2}01$	

Am besten spiegeln die grossen Flächen $c = 001$, $m = 110$, $z = 021$, $r = \bar{1}11$ und $i = \bar{1}31$, weniger gut die kleineren $w = \bar{1}01$ und $\varrho = \bar{1}51$; die Kleinheit der anderen Flächen wirkt für die Genauigkeit der Messungen nachtheilig, welche aber durch den starken Glanz der Flächen theilweise befördert wird.

Von den hier auftretenden neuen Formen wurde die Fläche $h = 203$ durch die Zonen [100 . 001] und [$\bar{1}51$. 021], die Fläche $f = 201$ durch die Zonen [100 . 001] und [021 . 111], die Fläche $q = 210$ durch die Zone [100 . 010] und durch den gemessenen Winkelwerth, endlich die Fläche $u = 112$ durch die Zonen [001 . 111] und [$\bar{1}51$. 021] bestimmt.

Einige gemessene mit den berechneten Winkelwerthen sind im Folgenden gegeben:

		Gemessen:	Berechnet:
001 . 110	=	76° 29,'3	76° 28,'5
001 . 201	appr.	39 2	38 54,2
001 . 203	appr.	17 36	17 30,9
001 . $\bar{1}$01		31 8	31 7,6
001 . $\bar{1}$11		34 31,7	34 33,2
210 . 110	appr.	13 11	13 3,2
110 . $\bar{1}$10		124 16,4	124 16,2
110 . 021		64 18,3	64 16
$\bar{1}$10 . $\bar{1}$11		68 57,7	68 58,3
$\bar{1}$10 . $\bar{1}$31		60 56,3	60 55,5

		Gemessen:	Berechnet:
$\bar{1}01 . \bar{1}11$	=	15° 49,'1	15° 49'
$201 . 021$	appr.	47 33	47 25
$\bar{1}01 . \bar{1}31$		40 18,3	40 21,7

Zweiter Krystall.

Die Länge misst $\frac{3}{4}$ mm, die Breite circa $\frac{1}{4}$ mm. Seine Formen sind folgende:

$a = 100$	$t = \bar{2}01$
$b = 010$	$z = 021$
$c = 001$	$k = 111$
$q = 210$	$v = 131$
$m = 110$	$r = \bar{1}11$
$e = 130$	$i = \bar{1}31$.

Zur Messung waren die zuverlässigsten Flächen die stark glänzenden und grossen $c = 001$, $z = 021$, $m = 110$, $r = \bar{1}11$ und $i = \bar{1}31$, nicht weniger gut glänzend ergaben sich noch $t = \bar{2}01$, $k = 111$ und $v = 131$, durch deren Kleinheit aber die Genauigkeit der Messung schon bis auf einige Minuten beeinflusst wurde, die Prismen $e = 130$ und $q = 210$ als sehr schmale Streifen gaben nur approximative Resultate. Ich erhielt

		Gemessen:	Berechnet:
$010 . 130$	appr.	32°	32° 14,'1
$001 . 111$		27 20,'5	27 21,5
$001 . \bar{1}11$		34 33,8	34 33,2
$210 . 110$	appr.	12 50	13 3,2
$110 . \bar{1}10$		124 16	124 16,2
$110 . 021$		64 14,2	64 16
$110 . 131$		43 1,2	43 5,9
$\bar{1}10 . \bar{1}11$		68 57,8	68 58,3
$\bar{1}11 . \bar{1}\bar{1}1$		31 37,5	31 38
$\bar{1}11 . \bar{1}31$		24 32,2	24 32,7

Dritter Krystall (Taf. XII, Fig. 1).

Die Länge dieses Krystalles ist 1 mm bei einer Breite von $\frac{1}{2}$ mm. Er zeigt die Combination folgender 13 Formen:

$a = 100$	$z = 021$
$b = 010$	$k = 111$
$c = 001$	$v = 131$
$q = 210$	$g = 151$
$m = 110$	$r = \bar{1}11$
$e = 130$	$i = \bar{1}31$
$t = \bar{2}01$	

wovon die neue Fläche $q = 210$ durch die Zone [100 . 010] und den gemessenen Winkelwerth, die Fläche $g = 151$ durch die Zonen [110 . $\bar{1}31$] und [010 . 111] bestimmt wurden.

Am besten glänzen die Flächen von $m = 110$, $r = 1\bar{1}1$ und $i = \bar{1}31$, weniger gut $z = 021$, $k = 111$ und $v = 131$, die anderen Flächen treten ganz untergeordnet auf, die neue $g = 151$ als schmaler Streifen statt der Combinationskante des Prisma $m = 110$ mit der Hemipyramide $i = \bar{1}31$.

Hierher gehörende gemessene und berechnete Winkel sind folgende:

	Gemessen:	Berechnet:
010 . 130	appr. 32°	32° 14,'1
001 . 110	76 27'	76 28.5
210 . 110	13 12,2	13 3,2
110 . $\bar{1}10$	124 17.3	124 16.2
110 . 111	49 4,2	49 7
110 . $\bar{1}11$	95 58,2	95 58,3
110 . $\bar{1}31$	83 8,5	83 8,7
$\bar{1}10$. $\bar{1}11$	68 58,3	68 58,3
$\bar{1}10$. $\bar{1}31$	60 56,2	60 55,5
021 . 131	21 13,2	21 10,1
021 . $\bar{1}11$	31 45,2	31 42,3
021 . $\bar{1}31$	27 26,5	27 30
$\bar{1}11$. $\bar{1}31$	24 33,2	24 32,7

Vierter Krystall.

Der kleinste von den untersuchten Krystallen, $\frac{1}{2}$ mm lang, $\frac{1}{4}$ mm breit, besitzt grünlichbraune Farbe.

Die daran gefundenen Formen sind:

$a = 100$	$k = 111$
$b = 010$	$v = 131$
$c = 001$	$g = 151$
$q = 210$	$r = \bar{1}11$
$m = 110$	$i = \bar{1}31$
$z = 021$	$\varrho = \bar{1}51$

im Ganzen 12. Genauere Messungen konnten mit den Flächen $m = 110$, $z = 021$, $k = 111$, $r = \bar{1}11$ und $i = \bar{1}31$ ausgeführt werden, die Flächen $q = 210$ und $g = 151$ treten nur als schmale Streifen auf.

Gemessene und berechnete Winkelwerthe waren:

	Gemessen:	Berechnet:
001 . 021	29° 33,'8	29° 35,'8
210 . 110	appr. 13 12	13 3,2
110 . $\bar{1}10$	124 15,8	124 16.2

	Gemessen:	Berechnet:
110 . $\bar{1}$31	83° 6,'2	83° 8,'7
110 . 111	49 7,3	49 7
$\bar{1}$10 . $\bar{1}$11	68 58,5	68 58,3
$\bar{1}$10 . $\bar{1}$31	60 52,6	60 55,5
$\bar{1}$11 . $\bar{1}\bar{1}$1	31 38,3	31 38

Fünfter Krystall.

Seine Länge beträgt $\frac{3}{4}$ mm, die Breite $\frac{1}{4}$ mm. Er ist die Combination von folgenden 11 Formen:

$a = 100$ $\quad z = 021$
$b = 010$ $\quad k = 111$
$c = 001$ $\quad v = 131$
$m = 110$ $\quad r = \bar{1}11$
$e = 130$ $\quad i = \bar{1}31$
$w = \bar{1}01$

von denen neben dem Prisma $m = 110$ nur die Hemipyramide $r = \bar{1}11$ dominirt; die anderen Flächen sind der Grösse nach ganz untergeordnet.

In folgender Zusammenstellung sind einige gemessene und berechnete Winkelwerthe:

		Gemessen:	Berechnet:
001 . 110		76° 32,'4	76° 28,'5
001 . $\bar{1}$11		34 28,3	34 33,2
110 . $\bar{1}$10		124 15,7	124 16,2
110 . 130	appr.	29 45	29 54
110 . 021		64 17,7	64 16
110 . 131		43 8,7	43 5,9
$\bar{1}$10 . $\bar{1}$11		68 59,1	68 58,3
$\bar{1}$01 . $\bar{1}$11	appr.	15 48	15 49
021 . 131	appr.	20 57	21 10,1
021 . $\bar{1}$11		31 46	31 32,3
111 . $\bar{1}\bar{1}$1	appr.	61 49	61 54,7
$\bar{1}$11 . $\bar{1}\bar{1}$1		31 38,2	31 38

Im Amphibol des Aranyer Berges liegen die optischen Axen parallel der Symmetrieebene (Taf. XII, Fig. 6), die spitze Bissectrix bildet mit der Normalen des Pinakoides $a'(\bar{1}00)$ einen Winkel von 52° 48′, daher sie mit der Normalen der Endfläche $c(001)$ einen Winkel von 52° 32,'3, mit der Verticalaxe einen Winkel von 37° 12′ bildet.

Die Doppelbrechung ist positiv und die Dispersion $\varrho > v$.

Der Winkel der optischen Axen in Luft für Gelb $2E = 67^\circ\, 37'$. In Oel für Gelb $2H = 51\overset{\circ}{,}3$.

Der Pleochroismus — welcher bei dem Amphibol dieses Fundortes sehr gering ist — wurde $\mathfrak{c}$ grünlichbraun, $\mathfrak{b}$ gelblichbraun, $\mathfrak{a}$ olivengrün gefunden.

Für die Absorption $\mathfrak{c} > \mathfrak{b} > \mathfrak{a}$.

Das Stück, von welchem das Material zur Untersuchung genommen wurde, ist ein röthlicher Trachyt, auf welchem neben dem Amphibol kleine, glänzende Pseudobrookitkrystalle sitzen.

Die Amphibolkrystalle besitzen ölgrüne Farbe, erscheinen aber durch die in ihnen sehr zahlreich auftretenden röthlichen Einschlüsse lichter oder dunkler nelkenbraun. Zwillinge kommen nicht vor.

Die Messungen führte ich im mineralogischen Laboratorium des Budapester Polytechnikums aus.

XXX. Ueber Brookit, Wulfenit und Skolezit.

Von

V. von Zepharovich in Prag.

(Hierzu Taf. XIII, Fig. 1—3.)

1. Brookitkrystalle aus Tirol.

Von einem tiroler Ausfluge im Jahre 1882 habe ich Brookitkrystalle einer neuen Localität mitgebracht, welche sich durch ganz ungewöhnliche Dimensionen auszeichnen. Wenn ich auch heute noch nicht in der Lage bin, nähere Angaben über das Vorkommen zu machen, da die ungünstigen Witterungsverhältnisse des vorigen Sommers einen Besuch der Fundstelle verhinderten, möchte ich doch hier einige Beobachtungen mittheilen, welche durch die neuen Krystalle veranlasst wurden.

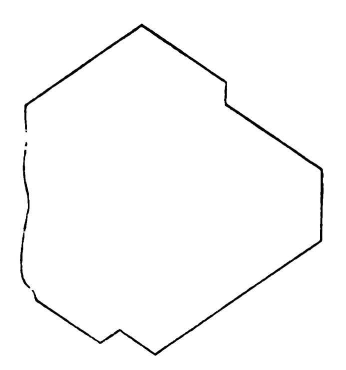
Der grösste der bisher aufgefundenen dünntafeligen Krystalle von 8,6 g absolutem Gewicht erreicht 44 mm Höhe und 39 mm Breite (s. die Umrisszeichnung S. 578), der nächst kleinere misst in denselben Richtungen 34 und 22 mm, ein dritter 30 und 23 mm. Die ansehnlichsten bisher bekannt gewordenen Dimensionen sind 25 mm Höhe und Breite (Tremadoc*)) und 18 mm Höhe bei 3,5 mm Dicke (Atljansk**)).

Die grösseren tiroler Brookittafeln erscheinen gewöhnlich durch abgestufte Conturen an den Enden der Verticalaxe mehrfach im Sinne der Makrodiagonale gegliedert; allgemein giebt sich aber bei ihnen ein Schichtenbau mit nur annähernd parallel über einander liegenden Lamellen zu erkennen, und hängen mit diesem auch Repetitionen der Endflächen, sowie Riefungen oder spaltenartige Unterbrechungen derselben in makrodiagonaler Richtung zusammen. Häufig sieht man kleinere sechsseitige Täfelchen in wenig um die *c*- oder *b*-Axe gedrehter Stellung sich einzeln oder gruppenweise aus der Tafelfläche der grossen Krystalle erheben; durch die An-

*) Des Cloizeaux, Min. 2, 207.

**) Kokscharow, Mineralien Russlands 1, 62.

nahme einer analogen Divergenz der Partikeln wäre die von Groth*) als Aufstraubung bezeichnete Störung anscheinend regelrecht gebauter Krystalle mit pseudo-monosymmetrischen Neigungsverhältnissen zu erklären. Dickere Lamellen sind zuweilen auch in unregelmässiger Weise quer gegen die Tafel an- oder durchgewachsen. — Oft werden die constant vertical-gerieften (100)-Flächen von einzelnen oder Ueberzüge bildenden wurmförmigen Chloritaggregaten bedeckt oder es zeigen sich einzeln aufliegende Chlorit- oder Glimmerschüppchen, sowie locale Anhäufungen von feinen, zum Theil strichweise geordneten, in bestimmten Stellungen goldig schimmernden Rutilhaaren**). Auch stark geriefte Säulchen von Rutil findet man von gleichzeitiger Bildung mit dem Brookit. Eines der mir vorliegenden Exemplare ist ein Bergkrystall mit fast farblosen Rutilhaaren als Einschluss, dessen Spitzenentwicklung durch eine Brookittafel gehindert wurde, und lässt eine Reihe meiner Bergkrystalle von demselben Fundorte mit tiefen Einschnitten ein gleiches Mitvorkommen von grossen, später zerstörten Brookittafeln annehmen.



Nach den an einigen Krystallen ausgeführten Messungen, welche bei der im Allgemeinen ungünstigen Flächenbeschaffenheit eben nur zum Nachweise der Formen genügten, sind dieselben Combinationen der vorwaltenden $a(100) = \infty\bar{P}\infty$, $m(110) = \infty P$, $e(122) = \breve{P}2$ und $\varepsilon(134) = \frac{3}{4}\breve{P}3$, mit den sehr untergeordneten $c(001) = 0P$ und $y(104) = \frac{1}{4}\bar{P}\infty$, welche letzteren jedoch gewöhnlich ausbleiben (Fig. 1***). Die Combinationen, deren Habitus eher dem rhombischen als dem monosymmetrischen Systeme entspricht, sind ähnlich den von G. vom Rath†) gezeichneten Formen von Tremadoc, mit dem Unterschiede, dass $\Theta(5.14.18) = \frac{7}{9}\breve{P}\frac{14}{5}$ an den tiroler Krystallen durch die derselben Zone (110 . 122) angehörige $\varepsilon(134) = \frac{3}{4}\breve{P}3$ vertreten wird. Die letztere Form fand ich nur in Des Cloizeaux' Min. (a. a. O.) aber ohne Beobachter angegeben††) und sind diese Flächen mit einfachen Parametern demnach jedenfalls seltener als die ober-

*) Min.-Samml. der Universität Strassburg S. 109.

**) Die Amianth-ähnl. unter dem Mikroskop pelluciden, blass bräunlichen Härchen erwiesen sich als TiO_2.

***) Der Deutlichkeit wegen wurde die Zeichnung auf Taf. XIII in der a-Richtung übermässig ausgedehnt.

†) Pogg. Ann. **113**, 430, Taf. IV, Fig. 8, 9.

††) Marignac's Abhandl. cit. in Des Cloizeaux, war mir nicht zugänglich.

halb (122) in der erwähnten Zone liegenden, minder einfach signirten, wozu ausser der genannten und am längsten bekannten Θ noch die von Schrauf*) an Tremadoc-Krystallen beobachteten $D(4.11.14) = \frac{11}{14}\breve{P}\frac{11}{4}$ und $\varDelta(4.10.13) = \frac{10}{13}\breve{P}\frac{5}{2}$ (letztere sehr wenig ausser der Zone (110 . 122) liegend) gehören. Schrauf vermuthet, dass die gleichfalls von ihm gefundene, einfach symbolisirte $\Sigma(256) = \frac{5}{6}\breve{P}\frac{5}{2}$ die bei Anlage der vicinalen D, Θ und $\varDelta$ angestrebte Form sei; in der That schliessen sich diese Flächen der Σ etwas mehr an, als der von mir beobachteten $\varepsilon(134)$.

Von den im Folgenden angeführten Messungen sind die auf ε bezüglichen, da bei diesen allein Fadenkreuzreflexe erhalten wurden, vergleichsweise die besten, und erscheinen durch den guten Anschluss derselben an die berechneten Werthe (nach Des Cloizeaux) die einfachen Indices dieser unter den Endflächen der tiroler Tafeln meist dominirenden Flächen sicher gestellt.

		Berechnet:	Gemessen		
			Mittel:	Z.	Grenzwerthe:
$c(001)$:	$a(100)$	= 90° 0′	90° 4½′	2	89°58′—90°11′**)
$y(104)$:	$a(100)$	74 20	74 28¾	5	74 9—35′
$m(110)$:	$m(\bar{1}10)$	99 50	99 49	1	—
$\varepsilon(134)$:	$c(001)$	37 18	37 24	1	—
	$a(100)$	77 7	77 8¾	2	77 4—13½
	$y(104)$	34 17½	34 12	4	34 7—16
	$\varepsilon(\bar{1}34)$	25 46	25 46	3	25 41—53
$e(122)$:	$a(100)$	67 48½	67 39	4	67 8—75
	$e(\bar{1}22)$	44 23	44 22½	2	44 12—33

Das Volumgewicht zweier reiner Tafelfragmente von 0,41 und 0,15 g ergab sich mittelst Pyknometer 4,18 und 4,22, daher im Mittel 4,20.

Die grösseren, hell bis dunkel holzbraunen Brookittafeln sind gewöhnlich undurchsichtig; die zweitgrösste von 34 und 22 mm zeigt im Innern einige gelbbraune durchsichtige Stellen und zunächst den Krystallumrissen einen schmalen pelluciden Rand, unregelmässig gegen die undurchsichtige übrige Masse abgegrenzt. Von den kleinsten Tafeln sind manche ganz durchsichtig, sie zeigen sehr schön die Interferenzerscheinung gekreuzter Axenebenen.

Nachdem über die Lage und Divergenz der optischen Axen für verschiedene Farben unvollständige und sehr abweichende Angaben vorliegen, und zuletzt noch Schrauf mit der Theorie im Widerspruch stehende Beobachtungen an Maderaner Tafeln mitgetheilt***), schien mir eine nähere Untersuchung meiner Krystalle in Bezug auf die erwähnten optischen Ver-

*) Wiener Akad. der Wiss. 74, 18, 1876. S. A.

**) ca und ca' an einem Krystall.

***) Diese Zeitschr. 1, 274, 1877.

hältnisse nicht unwichtig. Meine Messungen wurden mit einem Picard-schen Instrumente ausgeführt und beziehen sich ausser auf das neue tiroler Vorkommen (*A* und *B*) auch auf den Brookit von Tremadoc.

(*A*) zwei pellucide Tafelfragmente, deren eine mit Chlorit bedeckte Fläche (100) sorgfältig abgeschliffen war. Die Beobachtungen wurden (*a*) mit einem Steinheil'schen Spectroskop in Drummond'schem Lichte und (*b*) auf gewöhnliche Weise mit monochromatischen Flammen vorgenommen. (*B*) die pelluciden Stellen in dem oben erwähnten zweitgrössten Krystalle. (*C*) zwei dünne Täfelchen von Tremadoc*). Die beiden letzten (*B* und *C*) wurden nur mittelst monochromatischer Flammen untersucht.

Bei der erstgenannten Versuchsreihe hatte ich mich des freundlichen Rathes und der Unterstützung meines verehrten Collegen Prof. Lippich zu erfreuen, und haben wir in seinem Laboratorium die Beobachtungen gemeinschaftlich ausgeführt. Vor einer durch Oxygen und Leuchtgas zum Glühen gebrachten Kalkplatte wurde im Dunkelzimmer das Picard'sche Axengoniometer und vor diesem ein Steinheil'sches Spectroskop, dessen Collimatorspalte gegen den Analyseur des ersteren gerichtet war, aufgestellt. Im Spectroskop wurde an Stelle des Oculars eine zweite Spalte parallel jener im Collimator, in der Brennebene des Fernrohres, angebracht**).

In der folgenden Uebersicht der Messungen am tiroler Brookit sind unter λ die vierte bis sechste Decimale der Wellenlänge des betreffenden Lichtes, dann die scheinbaren Axenwinkel angeführt, und stehen unter 1 und 2 die von zwei Beobachtern erhaltenen Zahlen, unter M. die Mittelwerthe aus den letzteren, während Z. die bezügliche Zahl der einzelnen Ablesungen angiebt. Den Versuchen mit dem Spectroskop (*Aa*) wurde ein *S*, den anderen (*Ab* und *B*) die flammen-färbende Substanz beigesetzt. — Von besonderem Interesse war das Auftreten einer unverkennbaren, wenn auch nicht sehr scharfen einaxigen Interferenzfigur zwischen Gelb und Grün bei einer der Wellenlänge von 0,000555 mm entsprechenden Spectroskopstellung, welche Beobachtung von Prof. Lippich als eine der verlässlichsten der ganzen Versuchsreihe angesehen wird.

---

*) (*A*) im min. Inst. d. d. Univ. Prag Nr. 9810; (*B*) aus der Sammlung des Prof. Pohl; (*C*) aus der Graf. R. Czernin'schen Sammlung Nr. 1146.

**) Bei dieser Anordnung erscheinen die Bilder im Spectroskop undeutlich, lassen sich aber durch eine entsprechend gewählte Cylinderlinse corrigiren, was auch bei unseren Versuchen geschehen.

λ	Scheinbarer Winkel der optischen Axen 1	2	M.	Z.		Ebene der optischen Axen:
691	59° 2′	57°42′	58°22′	4	S	(001)
(687 B)						
670	54 26	55 39	55 2½	21	$LiSO_4$	„
661	51 16	50 14	50 45	6	S	„
(656 C)						
592	29 11	28 41	28 56	6	S	„
589 D	30 1	30 32	30 16½	16	$NaCl$	„
555	0	0	0	2	S	
534	33 38½	33 57½	33 48	15	$TlSO_4$	(010)
532	38 21	37 53	38 7	6	S	„
(527 E)						
486 F	70 —	70 —	70 ca.	2	S	„

Die Beobachtungen erstrecken sich demnach auf das Intervall der Fraunhofer'schen Linien B—F, ausserhalb welcher eine sichere Einstellung, der zu lichtschwach gewordenen Interferenzbilder wegen, nicht mehr möglich war. Schon die letzte Beobachtung in der Nähe von F war sehr unsicher. Abgesehen von den beiden Werthen bei $\lambda = 592$ und 589 *) sind die übrigen Bestimmungen conform der Theorie; sie nehmen bei fallendem λ in der Ebene (001) ab und wachsen, nachdem sie den neutralen Punkt durchschritten, in der gekreuzten Richtung (010). Trägt man die Wellenlängen als Abscissen und die Axenwinkel (positiv und negativ) als Ordinaten auf, so fallen die durch die Tabelle bestimmten Punkte (mit Ausnahme jener bei $\lambda = 592$ und 589) ziemlich genau in eine stetige Curve, die auf Seite der Axenebene (010) eine raschere Zunahme des Axenwinkels, als auf Seite der um 90° gewendeten Axenebene erkennen lässt. Bei symmetrischer Gestaltung der Curve würde $2E = -58°$ erst bei $\lambda = 417$ eintreten, während die vorliegende diesen Winkel bereits bei $\lambda = 508$ ergiebt **).

Die Untersuchung der beiden platten Kryställchen von Tremadoc (C) führte zu folgenden Resultaten:

	Scheinb. Winkel der optischen Axen 1	2	M.	Z.		Ebene der optischen Axen:
Roth =	57° 17′	58° 41′	57° 59′	22	$LiSO_4$	(001)
Gelb =	38 49	37 31	38 10	16	$NaCl$	„
Grün =	20 54	22 26	21 40	21	$TlSO_4$	(010)

*) Wir legen dieser Discordanz kein Gewicht bei, da sie durch die Unsicherheit der Einstellungen in den beiden combinirten Apparaten erklärlich scheint und nicht grösser ist, als die grösste Differenz der Einstellungen für eine bestimmte Farbe.

**) Die Curve verläuft mitten zwischen den naheliegenden beiden Positionen der Beobachtungen für Gelb und schneidet die Abscissenlinie in einem Punkte, der recht genau mit der Ablesung für $\lambda = 0{,}000555$ sich deckt. — Die oben berührte Asymmetrie würde weniger in einer für die wahren Axenwinkel construirten Curve hervortreten.

Grailich und von Lang*) haben gleichfalls Krystalle von Tremadoc (Snowdon) geprüft und die Lage der Axenebene für verschiedenes Licht übereinstimmend mit dem Obigen, roth in (001), grün in (010), gefunden. $2E$ wird jedoch nur beiläufig angegeben. »Der scheinbare Winkel der optischen Axen für Roth beträgt ungefähr 65°, für Grün kann er kaum 10° ausmachen.«

Im Gegensatze zu den letzten und meinen Beobachtungen fand Des Cloizeaux (a. a. O.) an Krystallen von Snowdon die Ebene der optischen Axen für alle Farben des Spectrums gewöhnlich parallel (001) mit $\varrho > v$ und das gleiche Verhalten auch an Platten von Oisans, welche aber wieder an heller als der übrige Krystall gefärbten Stellen, gekreuzte Axenebenen, roth in (001), grün in (010), aufweisen. In gleicher Weise wurde die Kreuzung der Axenebenen von Des Cloizeaux fast immer (presque toujours) an Krystallen von der Tête noire bei Chamounix und von Schrauf (a. a. O.) an den »hellblonden« Platten aus dem Maderaner Thale angetroffen.

Eine nach (001) orientirte Ebene der optischen Axen für alle Farben wurde daher nur von Des Cloizeaux angegeben, und wäre eine wiederholte Prüfung der Krystalle von den genannten Localitäten in dieser Richtung um so wünschenswerther, als hier möglicherweise nur ein scheinbar exceptionelles Verhalten, welches mit der Absorption der Strahlen, von Grün angefangen, zusammenhängt, vorliegt — ein Umstand, auf welchen schon Grailich und Lang, sowie Schrauf hingewiesen. Die verschiedene Dispersion der optischen Axen für bestimmte Farben an verschiedenen Brookitvorkommen hat hingegen nichts Auffallendes, und folgt hier zum Schlusse eine Uebersicht der vorliegenden Messungen der scheinbaren Axenwinkel**) mit Einschluss jener von Schrauf, die wohl bei ihrem abnormen Ergebnisse Veranlassung gewesen wären, zunächst die Untersuchung auf mehr als zwei Platten auszudehnen; nach des Letzteren Vorgange wurden die Axenwinkel parallel (001) mit +, jene nach (010) mit — signirt.

	Tirol (Lippich u. Zeph.):	Tremadoc (Zepharovich):	Tremadoc (Grailich u. Lang):	Maderaner Th. (Schrauf):	Maderaner Th. (Schrauf):
Roth =	+ 55° 2′	+ 57° 59′	+ 65° ca.	+ 29°	+ 26°
Gelb =	+ 30 16	+ 38 10		+ 28	+ 28
Gelbgrün =	0				
Grün =	— 33 48	— 21 40	— 10 ca.	— 37	— 35

*) Wiener Akad. der Wiss. 27, 10, 1857.

**) Nach Des Cloizeaux vergrösserte sich in einer bis zur Rothgluth erhitzten Brookittafel, von nicht angegebenem Fundorte, $2E$ für Roth von + 42° auf 47° und blieb diese Aenderung eine permanente. (Compt. rend. de l'Acad. d. sc. T. 55, 654, 1862.)

2. Kalkhaltige Wulfenitkrystalle aus Kärnthen.

Im Reviere von Bleiberg sind unlängst und zwar in der Max-Grube bei Kreuth Wulfenitkrystalle vorgekommen, in denen Prof. A. Brunlechner in Klagenfurt einen geringen Kalkgehalt qualitativ nachgewiesen*). Es war von Interesse, diese Krystalle, die sich durch einen in der Gegend von Bleiberg seltenen Habitus und eine ungewöhnliche Färbung schon äusserlich bemerkbar machen, in Beziehung auf ihre Mischung und Form näher zu prüfen.

An dem neuen Vorkommen liess sich in paragenetischer Beziehung an den Stücken, welche ich von den Herren Bergrath Seeland und Prof. Brunlechner erhielt, Folgendes ermitteln: Feinkörniger bis dichter oder späthiger Kalkstein und ins Dichte neigender Galenit umschliessen sich gegenseitig in Partien von wechselnden Dimensionen; beide, besonders der Kalk, zeigen sich mehr oder weniger verändert. Die häufig zerborstenen Galenitbrocken sind peripherisch glanzlos und porös; die Kalkpartien übergehen von aussen nach innen in eine brüchige oder zerreibliche Masse, endlich in ein kreideähnliches Pulver, oder sind bei frischerem Aussehen oberflächlich reich an feineren oder grösseren zellig abgetheilten Poren. In solchen Dolomit-ähnlichen Proben fanden sich neben $CaCO_3$ nur Spuren von MgO und FeO. Nicht selten wurden aus dem Galenit die Kalkeinschlüsse bis auf geringe Reste fortgeführt; derartig entstandene Hohlräume sowie die Zerberstungsklüfte des Galenit sind oft mit sehr kleinen Cerussitkryställchen bedeckt.

Die Wulfenitkrystalle zeigen sich einzeln auf den Kluftflächen des Galenit-führenden Kalksteines entweder unmittelbar auf dem veränderten Galenit oder Kalk (zuweilen werden von ihnen die Grenzlinien zwischen den beiden dicht besetzt), oder auf dünnen drusigen Hemimorphitrinden, welche über dem Kalk oder Galenit ausgebreitet sind. Bezeichnend für diesen (kalkhaltigen) Wulfenit ist sein Auftreten in einzelnen, gewöhnlich grauen, spitzen Pyramiden, zum Unterschiede von einer zweiten jüngeren Wulfenitgeneration, welche in gelben Täfelchen und vorzüglich erst gegen Ende der während der ersten Wulfenitbildung andauernden Hemimorphitablagerung erschien. Selten sieht man Krystalle des gelben Wulfenits unmittelbar jenen des grauen aufsitzen.

Die aus winzigen Kryställchen bestehenden schimmernden Hemimorphitkrusten sind durch Eisen gelb gefärbt; unter ihnen ist der Kalk nicht selten theilweise weggeführt, so dass sie hohl aufliegen. Ihre Stelle wird

*) Von kalkhaltigem Wulfenit sind nur Krystalle aus Chile bekannt, welche nach Domeyko 6,88 Proc. CaO enthalten; über ihre Form liegen keine Angaben vor. (Rammelsberg, Min.-Chem. 1, A. 301.)

oft durch ein pulveriges Eisenhydroxyd eingenommen, anscheinend ein Zersetzungsrest des eisenhaltigen Hemimorphites.

Nach diesen Beobachtungen lässt sich folgende Reihe von Mineralbildungen annehmen:

a. Kalk und Galenit,
b. Cerussit,
c. grauer Wulfenit } Hemimorphit.
d. gelber Wulfenit }

Die Form der grauen Wulfenitkrystalle ist stets die Grundpyramide (111); selten und sehr untergeordnet erscheinen (001) und (101). Der pyramidalhemiëdrische Charakter giebt sich in den meisten Fällen zu erkennen, entweder durch das Vorkommen eines Tritoprisma oder durch eine einfache äusserst zarte Riefung einzelner (111)-Flächen, die entweder der Polkante dieser Form oder der Combinationskante (111 : $hk0$) gleichlaufend ist.

Die Tritoprismen sind nur bei minimaler Entwicklung eben und glänzend; gewöhnlich sind sie mehr oder weniger gewölbt und matt, meist auch triangulär, parallel dem Flächenumrisse, durch lamellaren Aufbau gezeichnet. Selten verfliessen die convexen ($hk0$) in gewölbte Abstumpfungen der Mittelkanten von (111).

Eine sichere Bestimmung der ($hk0$)-Flächen ist demnach nicht möglich; die Schimmermessungen, mit Abweichungen bis zu drei Graden, führen im Mittel auf die von S. Koch nachgewiesene (740)*). In einem Falle fand ich eine etwas gewölbte, wenig glänzende ($h\bar{k}0$) anscheinend in der Zone ($1\bar{1}\bar{1}$. 101), gegen 101 unter circa 41° 48′ geneigt**), woraus sich die bereits auch von Naumann als fraglich bezeichnete Fläche ($2\bar{1}0$) ergeben würde.

Nur ausnahmsweise sind die Flächen von (111) glatt, entweder tragen sie die erwähnten Riefungen oder vereinzelt, dreiseitige, parallel den Umrissen der Hauptfläche begrenzte Lamellen, welche sich zuweilen zu mehr oder weniger vortretenden Theilkryställchen (111) gestalten, wodurch endlich zierliche kleine Krystallstöcke entstehen. Diese, sowie die einzelnen Formen überschreiten nicht die Höhe von 2 mm.

Da es sich um eine möglichst genaue Bestimmung der krystallographischen Elemente dieses Wulfenit handelte, wurden an einer grösseren Zahl der besten Krystalle die Pol- und Mittelkanten gemessen und nur solche Beobachtungen berücksichtigt, bei welchen entweder von beiden, oder

*) Diese Zeitschr. 6, 389, 1882. Das Mittel von 7 sehr appr. Messungen 111 : 740 ist 28° 25′, berechnet 28° 21′.

**) Berechnet 40° 38½′; $1\bar{1}\bar{1}$: 101 gemessen 71° 4′, berechnet 71° 2¾′.

wenigstens von einer Fläche an der gemessenen Kante das Fadenkreuz reflectirt wurde.

Diese beiden Abtheilungen der Messungen, jede nahe 50 Procent der sämmtlichen Beobachtungen umfassend, wurden, da in keinem Falle die Spiegelung eine ausgezeichnete war, als gleich gut in Rechnung gestellt, und dann das Gewicht des arithmetischen Mittels aus dem wahrscheinlichen Fehler dieses Mittels gerechnet.

Die Messungen an 17 Krystallen gaben für (111) die folgenden Werthe:

	Mittel:	n[1]	g[2]	f[3]	w[4]	p[5]
$A = 111 : 11\bar{1}$	$= 48^0 22' 36''$	19	$48^0 18'—26\frac{1}{2}'$	68,4	$\pm 18''$	10,99
$B = 111 : 1\bar{1}1$	$= 80\ 20\ 18$	49	80 13 —30	760,1	± 23	6,80

Zur Ermittelung des wahrscheinlichsten Werthes der Axe c aus diesen beiden Messungsreihen mittelst der Methode der kleinsten Quadrate wurde der von V. v. Lang*) vorgeschlagene Weg benützt, den ich bereits bei einem früheren analogen Falle**) eingeschlagen.

Aus $A = 48^0\ 22'\ 36''$ folgt

$$c' : a = 1,574240 : 1$$

und

$$B' = 80^0\ 20'\ 7''.$$

Eine Aenderung der a-Axe um den beliebigen kleinen Werth $\alpha = 0,006$ giebt

$$c'' : (a + \alpha) = 1,564850 : 1,$$

woraus folgt

$$A'' = 48^0\ 38'\ 0''$$
$$B'' = 80\ \ 14\ \ 15,''5.$$

Das wahrscheinlichste Verhältniss der Axen ist sodann

$$c_0 : (a + x\alpha),$$

worin der Differentialquotient x aus den obigen Daten durch die Rechnung mit — 0,002686 bestimmt wird.

Demnach sind für den Wulfenit von Kreuth die endgültigen aus 68 Beobachtungen abgeleiteten Elemente

$$c_0 : a = 1,574265 : 1 \qquad (I)$$

1) Anzahl, 2) Grenzwerthe der Messungen. 3) Summe der Fehlerquadrate $f = [f^2]$. 4) Wahrsch. Fehler des ar. Mittels: $w = \pm 0,6745 \sqrt{\frac{[f^2]}{n(n-1)}}$. 5) Gewicht des ar. Mittels $p = \frac{1}{w^2}$. (Vergl. Brezina, Kryst. Unters. 1884. **1**, 147, § 78 ff.)

*) Lehrb. der Krystallogr. 1866, S. 352 (vergl. Brezina, a. a. O. **1**, 230, § 120).

) Kryst. Stud. über den Idokras. Wiener Akad. d. Wiss. 1864, **49.

und die hieraus berechneten Kanten

$$A_0 = (111 : 11\bar{1}) = 48^0\ 22'\ 32''$$
$$B_0 = (111 : 1\bar{1}1) = 80\ \ 20\ \ \ 8.$$

Auf weniger umständlichem Wege und mit hinreichender Genauigkeit gelangt man zu einem den beiden obigen Messungsreihen angepassten Resultate, wenn man den aus A und B gerechneten Werthen von c_a und c_b die bezüglichen Gewichte 11 und 7 zutheilt und ihr Gewichtsmittel als den wahrscheinlichsten Ausdruck für c annimmt.

Auf diese Weise ergiebt sich gleichfalls aus 68 Beobachtungen

$$c_p : a = 1{,}574366 : 1, \qquad \text{(II)}$$

nur um eine Einheit in der vierten Decimale von dem früheren Ergebnisse abweichend*).

Für die **gelben** Wulfenitkrystalle aus den Kreuth benachbarten Gruben von **Bleiberg**, welche nach den vorliegenden Analysen als wesentlich reines (kalkfreies) Bleimolybdat anzusehen sind**), erhielt H. **Dauber**, indem er die an drei Varietäten derselben ausgeführten sieben Messungsreihen mit 139 Beobachtungen nach ihren Gewichten combinirte***):

$$c_p : a = 1{,}5771 : 1, \qquad \text{(III)}$$

während S. **Koch** a. a. O. aus nur 7 um 29 Minuten differirenden Messungen **einer** Kante fand:

$$c : a = 1{,}5734 : 1,$$

ein Werth, der natürlich an Verlässlichkeit dem von **Dauber** erhaltenen weit nachsteht.

Die folgende Tabelle zeigt die Unterschiede der aus den obigen Angaben (II) und (III) gerechneten Kanten für die grauen Krystalle von Kreuth und die gelben von Bleiberg.

	Kalkhaltiger Wulfenit $c : a = 1{,}5744 : 1$ (Zeph.)		Kalkfreier Wulfenit $c : a = 1{,}5771 : 1$ (Dauber)	
$(111 : 11\bar{1})$ =	$48^0\ 22'\ 24''$	68	$48^0\ 17'\ 56''$	139
$(111 : 1\bar{1}1)$ =	$80\ \ 20\ \ 11$		$80\ \ 21\ \ 52{,}6$	

*) Selbstverständlich nähert sich das auf obige Art gefundene Gewichtsmittel noch mehr dem Resultate der umständlicheren Ausgleichsrechnung, wenn es sich auf eine grössere Zahl von Messungsreihen stützt. Werden z. B. von meinen Idokrasmessungen die fünf a. a. O. mit L, M, N, O und P bezeichneten Reihen, welche 283 Beobachtungen mit geschätzten Gewichten umfassen, benützt, so ergiebt die Durchführung der Rechnung mittelst der kleinsten Quadrate

$$c_o : a = 0{,}5375436 : 1,$$

hingegen das Gewichtsmittel

$$c_p : a = 0{,}5375369 : 1,$$

wobei c_p von c_o nur um 7 Einheiten in der sechsten Decimale abweicht.

) Ein geringer Vanadingehalt wurde von **Rammelsberg und **Wöhler** nachgewiesen (Min.-Chem. II. Aufl. S. 283).

***) Pogg. Ann. 1859, **107**, 267.

Das Volumgewicht ergab sich 6,7 im Mittel von neun Wägungen einer Partie von circa 0,5 g bei 17,5° C. Die einzelnen Wägungen der von anhängendem Galenit und Calcit mechanisch befreiten und mit sehr verdünnter Salzsäure behandelten Probe schwankten zwischen 6,56 und 6,80 *).

Die Färbung der Kryställchen ist wechselnd bei lebhaftem Glanze, — meist gelblich-, bräunlich oder grünlich-grau, aber auch graulich- oder grünlich-gelb, gelblich- oder graulich-weiss, seltener ölgrün oder nelkenbraun.

Die chemische Analyse wurde in Prof. W. Gintl's Laboratorium von Herrn Friedrich Reinitzer ausgeführt, und zwar wurden die heller und die dunkler gefärbten Krystalle besonders untersucht. — Die qualitativen Nachweise ergaben, ausser $PbMoO_4$, geringe Mengen von CaO, CuO, Fe_2O_3 und Al_2O_3 und die Abwesenheit von Kohlensäure. Eine Prüfung auf FeO wurde nicht vorgenommen.

Die Resultate der Zerlegung sind**):

A. Licht gefärbte Krystalle von grösserer Pellucidität; absolutes Gewicht = 0,2134 g.

a. 0,1670 $PbSO_4$ entsprechend 0,1228 PbO; b. 0,0936 MoS_2 entsprechend 0,0841 MoO_3; c. 0,0023 CaO; d. 0,0002 CuO; e. 0,0042 Al_2O_3 + Fe_2O_3***). Summe 0,2136 g.

B. Dunkler gefärbte Krystalle von geringerer Pellucidität; absolutes Gewicht = 0,3224 g.

a. 0,2548 $PbSO_4$ entsprechend 0,1874 PbO; b. 0,1420 MoS_2†) entsprechend 0,1277 MoO_3; c. 0,0040 CaO; d. 0,0013 CuO; e. 0,0016 Fe_2O_3 + Al_0O_3††). Summe 0,3220 g. Aus diesen Daten folgen die Procente:

	(A)		(B)
MoO_3	39,40		39,60
PbO	57,54		58,15
CaO	1,07		1,24
CuO	0,09		0,40
Al_3O_3 / Fe_2O_3	1,96	Fe_2O_3 / Al_2O_3	0,50
	100,06		99,89

Bei der Annahme einer isomorphen Mischung von $PbMoO_4$ und $CaMoO_4$

*) An gelben Krystallen von Bleiberg bestimmte Breithaupt das Volumgewicht = 6,36 und vermuthet, wohl wegen dieses geringen Gewichtes, dass dieselben etwas CaO enthalten; an anderen heller gelb gefärbten, zum Theil pyramidalen Krystallen fand er das Volumgewicht = 6,67. Für beide »Species« wird die gleiche Form angegeben: Mittelkante = 47° 58′ 52″, Polkante = 80° 29′ 4″ (Min. II (1844), S. 269, 270).

**) Atomgewichte: $Mo = 95,8$, $Pb = 206,4$, $S = 31,98$, $O = 15,96$.

***) Der Niederschlag war licht rosenroth.

†) Diese Bestimmung ist wahrscheinlich etwas zu niedrig.

††) Der Niederschlag war dunkel rothbraun.

ist das Sauerstoffverhältniss in $RO : MoO_3$ für (A) = 1 : 2,96 und für (B) = 1 : 2,91 und entspricht die Mischung annähernd den Ausdrücken:

$$(A) \left\{ \begin{matrix} 40\, PbMoO_4 \\ 3\, CaMoO_4 \end{matrix} \right\} \qquad (B) \left\{ \begin{matrix} 36\, PbMoO_4 \\ 3\, CaMoO_4 \end{matrix} \right\},$$

ist demnach im Mittel genähert der Formel

$$\left\{ \begin{matrix} 25\, PbMoO_4 \\ 2\, CaMoO_4 \end{matrix} \right\}.$$

Thonerde und Eisenoxyd wurden als nicht zur Zusammensetzung gehörig betrachtet. Das Kupferoxyd, bei dessen Einbeziehung in die Mischung*) das Verhältniss des O in $RO : MoO_3$ sich für (A) = 1 : 2,95 und für (B) = 1 : 2,86 stellen würde, scheint (neben dem Eisenoxyd) der Träger der dunklen Färbung der Krystalle zu sein, da in (B) eine mehr als vierfache Menge CuO im Vergleich zu (A) gefunden wurde.

Vergleichen wir nunmehr die vorstehenden Untersuchungen, so lässt sich denselben im Allgemeinen entnehmen, dass die Formen des reinen und des kalkhaltigen Bleimolybdates einen Unterschied aufweisen, indem bei letzteren eine Verkürzung der Hauptaxe eintritt. Speciell bei den Wulfenitkrystallen des Bleiberger Revieres nimmt die c-Axe durch die Aufnahme von etwas über 4 Proc. Kalkmolybdat um circa $\frac{1}{500}$ ihrer Länge ab. Es wäre von grossem Interesse, diese Frage nach dem Einfluss der Mischung auf die Form auch bei anderen an Kalkstein gebundenen Wulfenitvorkommen zu prüfen, und wären hierbei zunächst die mit Kreuth ähnlichen pyramidalen Formen zu berücksichtigen. Noch möge darauf hingewiesen werden, dass von den Wolframaten, Stolzit und Scheelit, der Kalkverbindung ein kleinerer Werth der Hauptaxe zukomme und dass auch in weiterer Linie der Vergleich zwischen Scheelit und Wulfenit zu dem gleichen Ergebnisse führe**).

3. Skolezitkrystalle aus Island.

(Hierzu Taf. XIII, Fig. 2 und 3.)

In neuester Zeit hat O. Luedecke Messungen an isländischen Skolezitkrystallen mitgetheilt***), welche ziemlich abweichend sind von jenen G. Rose's; nach Luedecke's Ansicht wäre aber doch für alle monosymmetrischen Skolezite das Axensystem von G. Rose beizubehalten, da derselbe »seine Messungen oft und an mehreren Krystallen wiederholt und von den angegebenen Winkeln keine oder nur sehr wenig abweichende

*) Analog dem Cuproscheelit in der Reihe der Wolframate. — Wesentlich Cu enthaltende Minerale sind mir im Bleiberger Reviere nicht bekannt.

**) Die c-Axen verhalten sich bei Wulfenit, Stolzit und Scheelit 1,577 : 1,567 : 1,537.

***) Siehe diese Zeitschr. 6, 310.

Resultate erhalten hat«*), während er selbst nur zwei isländische und einen indischen Krystall gemessen. Rose's Messungen stammen aber aus älterer Zeit und ist auch Näheres über dieselben ausser dem oben Angeführten nicht angegeben worden; es schien mir daher nicht unwichtig, eine grössere Zahl von Krystallen des isländischen Skolezit goniometrisch zu untersuchen, um bezüglich ihrer Elemente, gegenüber den erwähnten verschiedenen Angaben, an welche sich auch die mit G. Rose ziemlich übereinstimmenden Beobachtungen von Des Cloizeaux**) reihen, möglichst genaue Daten zu erhalten.

Meine Messungen beziehen sich auf 20 vorzügliche Krystalle des Skolezit aus Island, bis 16 mm lange und 3 mm breite Nadeln, welche mir von dem Mineralien-Comptoir Dr. A. Krantz freundlichst zur Verfügung gestellt wurden. Zur Ermittelung der Elemente wurden 50 der besten Fadenkreuz-Beobachtungen benützt, über deren Werth die Daten der Winkeltabelle Aufschluss geben; aus denselben folgen die nachstehenden Zahlen, welche mit den Angaben von Luedecke und G. Rose zusammengestellt sind.

$a : b : c =$	0,9753 : 1 : 0,3435,	$\beta =$ 89° 0′ 26″	(Z.)
	0,9769 : 1 : 0,3439,	89 30 18	(L.)
	0,9729 : 1 : 0,3390,	89 5 24	(R.)

Die mit (L.) bezeichneten Elemente wurden aus den Messungen an einem der auch von Rose untersuchten Krystalle, jene unter (R.) aus den Beobachtungen Rose's abgeleitet, welche, wie erwähnt, Mittel aus wiederholten Messungen an mehreren Krystallen sind. Zum Vergleich der Kantenwinkel wurden fünf der wichtigsten, unter denen die Grundlagen der Rechnung, ausgewählt; es ergiebt derselbe, dass sich meine Messungen jenen Luedecke's besser anschliessen, als den Angaben G. Rose's.

	G. R.	L.	Z.
110 : 1$\bar{1}$0 =	*88°25′	*88°39′30″	*88°33′40″
111 : 1$\bar{1}$1	*35 20	*35 51 12	35 43 0
111 : 110	*63 33	*63 30 42	*63 14 10
111 : 010	72 20	72 4 24	*72 8 30
$\bar{1}$11 : 010	72 10	71 58 54	71 57 33

Nebst den am Skolezit bekannten Formen (s. Fig. 2 die stereogr. Projection):

$a = (100)\infty \bar{P}\infty$, $b = (010)\infty \breve{P}\infty$, $m = (110)\infty P$, $l = (210)\infty \bar{P}2$,
$d = (101) - \bar{P}\infty$, $o = (111) - P$, $v = (331) - 3P$, $p = (131) - 3\breve{P}3$,
$e = (\bar{1}11)P$

*) Poggend. Annalen 28, 427, 1833.
**) Mineralogie 1, 386.

beobachtete ich

$$k = (120)\infty\breve{P}2,\quad w = (551) - 5P,\quad s = (311) - 3\breve{P}3,\quad t = (531) - 5\breve{P}\tfrac{5}{3},$$
$$u = (13.11.1) - 13\breve{P}\tfrac{13}{11}.$$

Mit Ausnahme von (551), deren Flächen häufig und zuweilen breiter als (331), fand ich die anderen neuen Formen nur an einzelnen Krystallen und mit sehr schmalen Flächen. Die drei Pyramidenflächen $s'(3\bar{1}1)$, $t'(5\bar{3}1)$ und $u'(13.\bar{1}\bar{1}.1)$ wurden gemeinsam an einem von Dr. Wrany erhaltenen Krystalle*), welcher in Figur 3 (perspect. Zeichnung) dargestellt ist, wahrgenommen; sie liegen in der Zone $om'(111.1\bar{1}0)$, während in der Zone $om(111.110)$ die Flächen $v(331)$ und $w(551)$ erscheinen. Am zweiten Individuum (rückwärts) dieses Zwillings fehlen die s, t und u wegen gleichmässiger Entwicklung von o und o'. Die $d(101)$ desselben Krystalles gehören zu den seltener vorkommenden Flächen.

Alle mir vorliegenden Krystalle sind Zwillinge nach dem (100)-Gesetze, an deren freien Enden die (111) eine ausspringende Kante bilden; (010) trägt stets die bekannte federartige Riefung durch schwach gekrümmte Linien, die an der Zwillingsnaht, gegen unten convergirend, unter 15—22° (24—26° nach Des Cloizeaux) zusammentreten. Diese Riefung zeigt sich selten gleichmässig auf (010), indem sie gegen das obere oder das untere Ende der Krystalle deutlicher ausgeprägt erscheint; in den deutlichsten Fällen sieht man auf jedem Individuum durch zwei schwach gebogene Linien begrenzte, lanzett-ähnliche Lamellen, die an der Zwillingsnaht sich Pfeilspitzen-artig vereinigen.

(111) ist immer glatt, im Gegensatze zum undeutlich horizontal gekerbten oder nach der Kante mit $(\bar{1}01)$ gerieften $(\bar{1}11)$. (331), nicht selten schwach convex oder horizontal gerieft, ist in der Regel weniger eben als (551). Sehr bezeichnend ist für (110) eine sehr zarte horizontale Riefung, welche zumal gegen (111) deutlicher hervortritt; in einem Falle wurde erkannt, dass diese Riefung durch äusserst schmale Leisten von (40.40.1) bewirkt wird**). Selten ist (110) glatt. Die Ergebnisse von Messung und Rechnung sind die folgenden:

	Berechnet:	Gemessen Mittel:	Z.	Grenzwerthe:
$m(110) : a(100)$ =	44° 16′ 50″	44° 19½′	1	—
$b(010)$	45 43 10	45 42¾	6	45° 41′—45° 45′
$m'(1\bar{1}0)$	—	88 33⅔	18	88 31 —88 40
$d(101) : a(100)$	69 43 5	—	—	—

*) Nr. 9792, Min. Instit. der deutsch. Universität Prag.

**) 40.40.1 : 110 = 2° 54½′ berechnet, 3° 6′ gemessen.

	Berechnet:	Gemessen Mittel:	Z.	Grenzwerthe:
$o(111)$: $a(100)$	= 70° 44′ 6″	—	—	—
$b(010)$	—	72° 8½′	19	72° 4′—72° 15′
$m(110)$	—	63 14⅙	13	63 11 —63 22
$m'(1\bar{1}0)$	88 44 0	88 46¼	2	88 46 —88 46½
$d(101)$	17 51 30	17 52	4	17 37 —18 2
$o'(1\bar{1}1)$	35 43 0	35 46	9	35 43 —35 51
$v(331)$: $m(110)$	33 53 55	33 56	12	33 27 —34 8
$o(111)$	29 20 15	29 27	3	29 25 —29 30
$w(551)$: $m(110)$	22 1 27	21 45 ca.	14	21 11 —22 35
$o(111)$	41 12 43	41 15	3	41 12 —41 19
$p(131)$: $b(010)$	45 58 26	46 6 ca.	3	46 0 —46 8
$o(111)$	26 10 4	26 47½ ca.	2	26 47 —26 48
$e(\bar{1}11)$: $b(010)$	71 57 33	71 57	1	—
$a'(\bar{1}00)$	72 25 31	—	—	—
$m''(\bar{1}10)$	64 22 48	—	—	—
$e'(\bar{1}\bar{1}1)$	36 4 54	—	—	—
$o(111)$	36 50 23	36 55½	2	36 53 —36 58

Auf die seltener vorkommenden neuen Formen beziehen sich die nachstehenden Daten:

	Berechnet:	Gemessen:	Z.
$l(210)$: $a(100)$	= 25° 59′ 38″	26° 3′ ca.	1
$k(120)$: $b(010)$	27 8 42	27 24 ca.	1
$m(110)$	18 34 28	18 27 ca.	1
$s(311)$: $m(110)$	47 59 15	47 47 ca.	1
$o'(1\bar{1}1)$	40 44 45	40 37 ca.	1
$t(531)$: $m(110)$	29 19 25	29 27 ca.	1
$o'(1\bar{1}1)$	59 24 35	59 11 ca.	1
$u(13.11.1)$: $m(110)$	10 40 25	10 34 ca.	1
$o'(1\bar{1}1)$	78 3 35	78 20 ca.	1

Die berechnete Zwillingskante $111\{\bar{1}00\}111$ = 38° 31¾′ wurde im Mittel von vier Bestimmungen 37° 58′ (37° 56′—38,′5) gefunden *).

Auf (010) liegende Krystalle, im Mikroskop zwischen gekreuzten Nicols bei weissem Licht untersucht, erwiesen die Auslöschung beiderseits zur Trace der Zwillingsebene nicht vollkommen symmetrisch. Die Unterschiede der beiden Winkel, vorn und rückwärts, sind jedoch gering, weit kleiner als jene, welche Luedecke an Schliffen parallel (010) gefunden, wo-

*) Nach G. Rose 88° 4′, nach Luedecke 37° 40′ berechnet, 38° 2′ gemessen. $\bar{1}11\{\bar{1}00\}111$ = 1° 41½′ Z. berechnet; 1° 33′ G. R. berechnet; 0° 51′ L. berechnet; 1° 17′ L. gemessen.

bei wohl auch die ungenaue Lage der Schlifffläche in Rechnung zu bringen ist*).

Nach meinen Beobachtungen an sechs Krystallen schwanken die kleineren Auslöschungswinkel zwischen 15 und 17°, die grösseren zwischen 17 und 18° und betragen die Unterschiede zwischen beiden an den einzelnen Zwillingen 0° 15′, 0° 30′, 0° 45′, 1° —, 1° — und 1° 30′. Die Divergenz der beiden Auslöschungen ergab sich schwankend zwischen 33° 37′ und 34° 22′ und im Mittel der sechs Werthe (jeder einzelne das Mittel aus vier Bestimmungen) 33° 53′.

---

*) Luedecke fand an zwei Schliffen (A; 22°,7 und 11°,5, zusammen 34°,2; (B) 23°,7 und 9°,8, zusammen 33°,5.

XXXI. Die Temperatur der allotropischen Umwandlung des Schwefels und ihre Abhängigkeit vom Druck.

Von

L. Th. Reicher in Amsterdam.

(Hierzu Taf. XIII, Fig. 4 u. 5.)

I. Zweck der Untersuchung.

Auf die Analogie, welche zwischen Schmelzen oder Erstarren und der Umwandlung der einen Krystallform in die andere bei dimorphen Stoffen besteht, wurde schon von O. Lehmann*) hingewiesen.

Er sah z. B. beim Erhitzen von salpetersaurem Ammoniak bei etwa 87⁰ die rhombische Modification sich in die rhomboëdrische umwandeln und beim Abkühlen das Umgekehrte bei ziemlich der gleichen Temperatur; die erstgenannte Umwandlung war von Wärmeabsorption begleitet, die letztere also von Wärmeentwicklung. Es liegt hier daher dieselbe Bestimmtheit der Temperatur vor, welche das Schmelzen und Erstarren charakterisirt und zu dem Ausdruck »Umwandlungstemperatur« berechtigt; ausserdem erinnert die auftretende Wärmetönung, was ihr Vorzeichen betrifft, an die latente Schmelzwärme.

Es handelte sich jetzt um die Frage, ob man die beschriebene Analogie weiter durchführen könne und namentlich ob der Druck auf die krystallographische Erscheinung denselben Einfluss ausübe, wie auf den Schmelzpunkt. Bekanntlich erfährt der letztere mit dem Druck eine Aenderung, die sich sogar berechnen lässt, wenn die Wärmeabsorption und die Volumänderung, welche das Schmelzen begleiten, bekannt sind.

Folgende Gleichung ergiebt den dazu benutzbaren Zusammenhang zwischen den genannten Grössen:

$$\frac{dT}{dp} = 10333 \, \frac{T(\sigma - \tau)}{424\, r},$$

*) Diese Zeitschr. 1, 106.

wo

T die absolute Schmelztemperatur (in Centigraden) bei gewöhnlichem Druck, z. B. für Eis 273.

$\sigma - \tau$ die Differenz der specifischen Volumina (das Volum eines Kilogrammes in Kubikmeter) beim Schmelzpunkt, z. B. für Wasser und Eis — 0,000087.

r die Wärme (in Calorien), welche beim Schmelzen von 1 Kilogramm absorbirt wird, z. B. für Eis 79.

$\frac{dT}{dp}$ die Schmelzpunktsänderung (Erhöhung oder Erniedrigung) in Centigraden für eine Druckerhöhung von einer Atmosphäre.

Für Eis berechnet sich also mittelst der gegebenen Zahlen für die genannte Aenderung der Werth — 0,00733; experimentell wurde von W. Thomson dieselbe Zahl gefunden.

Es galt jetzt zu untersuchen, ob man eine analoge Aenderung bei der Umwandlungstemperatur nachweisen könne, und ob dieselbe sich auch hier aus ähnlichen Daten berechnen lässt. Für diesen Zweck wählten wir die Umwandlung des Schwefels aus der rhombischen in die monosymmetrische Krystallform und die umgekehrte, wie diese beim Erwärmen resp. Abkühlen stattfindet.

In der oben angeführten Gleichung stellen dann die vorkommenden Grössen Folgendes dar:

T die absolute Umwandlungstemperatur,

$\sigma - \tau$ die Differenz der specifischen Volumina des monosymmetrischen und rhombischen Schwefels bei der Umwandlungstemperatur,

r die Wärme, welche bei der Umwandlungstemperatur absorbirt wird, wenn sich 1 kg rhombischer Schwefel in monosymmetrischen umwandelt,

$\frac{dT}{dp}$ die Aenderung der Umwandlungstemperatur für eine Druckerhöhung von einer Atmosphäre.

Zuerst hat nun die nachstehende Untersuchung ergeben, dass es bei der genannten Umwandlung des Schwefels wirklich eine scharf begrenzte Temperatur giebt, oberhalb welcher diese Umwandlung in dem einen, unterhalb welcher sie in dem anderen Sinne stattfindet; diese Temperatur ist möglichst genau bestimmt worden und ergab sich auf 95°,6. Zweitens wurde die Umwandlungstemperatur bei erhöhtem Drucke bestimmt und gefunden, dass sie sich wirklich mit dem Druck ändert und zwar damit steigt um 0°,05 pro Atmosphäre Druckzunahme.

Dann wurde die Berechnung dieser Temperaturänderung durchgeführt; dazu liess sich der Zahlenwerth von r bereits aus Mitscherlich's Beobachtungen bestimmen und ergab sich auf 2,52, der Zahlenwerth von $\sigma - \tau$,

welcher sich nur approximativ aus dem vorhandenen Beobachtungsmaterial berechnen liess, wurde experimentell auf 0,0000126 festgestellt. Wirklich ergiebt sich denn aus dieser Rechnung ein Resultat, das mit demjenigen, welches das Experiment lieferte, eine befriedigende Uebereinstimmung zeigt.

II. Bestimmung der Umwandlungstemperatur.

A. Methode.

Die Hauptschwierigkeit, welche die Bestimmung der Umwandlungstemperatur von der ihr parallelen Schmelzpunktbestimmung unterscheidet, liegt in der ausserordentlichen Trägheit, welche die krystallographische Aenderung charakterisirt; der rhombische Schwefel kann längere Zeit über, der monosymmetrische unter der Umwandlungstemperatur bestehen, ohne sich zu ändern. Zwar zeigt sich etwas Aehnliches auch hier und da auf dem physikalischen Gebiete z. B. in Form der sogenannten Ueberschmelzung, doch wird hierdurch kein nachtheiliger Einfluss auf die Schmelzpunktbestimmung ausgeübt. Anders verhält es sich dagegen bei der genannten krystallographischen Aenderung; hier ist die erwähnte Trägheit so überwiegend gross, dass ohne Anwendung eines besonderen Kunstgriffes die Umwandlungstemperatur sich nicht genau bestimmen lässt. Der angewandte Kunstgriff besteht darin, dass man stets für die gleichzeitige Anwesenheit beider Schwefelmodificationen, deren gegenseitige Berührung die Umwandlung beschleunigt, Sorge trägt. Die Bestimmung der Umwandlungstemperatur geschieht nun in der Weise, dass man beobachtet, bei welchen Temperaturen die Umwandlung sich in dem einen, bei welchen sie sich in dem anderen Sinne vollzieht.

Die Untersuchungsmethode war anfangs dieselbe, wie sie Lehmann*) benutzte, um die von ihm beschriebenen Erscheinungen wahrzunehmen; sie unterschied sich nur dadurch von der seinigen, dass die gegenseitige Umwandlung der Schwefelmodificationen makroskopisch beurtheilt wurde.

Eine kleine Quantität Schwefel wurde zwischen zwei Glasplättchen geschmolzen, damit eine dünne Schwefelschicht entstände, und durch ein geeignetes Verfahren bewirkt, dass der eine Theil dieser Schicht rhombisch, der andere monosymmetrisch auskrystallisirte; die beiden Modificationen zeigen sich dann durch eine scharf erkennbare Berührungslinie begrenzt. Bei verschiedenen Temperaturen beobachtet man das Verrücken dieser Berührungslinie; oberhalb der Umwandlungstemperatur muss sie sich von der rhombischen Hälfte nach der monosymmetrischen, unterhalb dieser dagegen im umgekehrten Sinne bewegen, indem bei der genannten Temperatur selbst keine Veränderung stattfinden soll.

*) Diese Zeitschr. 1, 102.

Es gelang, die Temperatur während verschiedener Stunden ungeändert zu halten, mittelst eines später (S. 597) zu beschreibenden Apparates.

Die vielfach abgeänderte Anwendung dieser Methode lieferte jedoch kein genaueres Ergebniss, als dass bei 90° der monosymmetrische Schwefel sich in rhombischen, bei 100° umgekehrt der rhombische Schwefel sich in monosymmetrischen umwandelt, und war man also gezwungen, sich nach einer schärferen Methode umzusehen.

Ein besseres Verfahren ergab die Anwendung der die Umwandlung begleitenden Volumänderung; da nämlich das specifische Gewicht des monosymmetrischen und des rhombischen Schwefels 1,93 resp. 2,07 beträgt, muss sich die gegenseitige Umwandlung der Modificationen durch eine Zusammenziehung, resp. Ausdehnung des Schwefels erkennen lassen.

Die Methode kommt dann darauf hinaus, dass bei constanter Temperatur die Volumänderung beurtheilt wird; unterhalb der Umwandlungstemperatur wird der monosymmetrische Schwefel eine Volumabnahme, oberhalb derselben der rhombische Schwefel eine Volumzunahme erfahren, bei der Temperatur selber aber der Schwefel in beiden Modificationen ein constant bleibendes Volum zeigen.

Da sich also hier Alles um die genaue Bestimmung der Volumänderung handelte, wurde ein Apparat benutzt analog demjenigen, den Kopp bei seinen Untersuchungen über die Ausdehnung*) anwandte; es war dies eine Art Thermometer in grossem Maassstabe**), in dessen Reservoir die zu untersuchende Substanz gegeben wurde und das weiter bis zu einer gewissen Höhe in der getheilten Röhre mit irgend einer geeigneten Flüssigkeit angefüllt ward. Es stellte sich bei den Versuchen mit diesem Apparate bald heraus, dass die Natur der den Schwefel umgebenden Flüssigkeit einen überaus grossen Einfluss auf die Geschwindigkeit der Umwandlung ausübt.

Der Reihe nach wurden hierzu Luft, Wasser, Schwefelsäure vom spec. Gewicht 1,755, Schwefelkohlenstoff und Terpentin benutzt, ohne dass ein völlig befriedigender Erfolg erzielt werden konnte; die Ergebnisse dieser Beobachtungen werden daher nur kurz in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

	Luft	Wasser	Schwefelsäure	Schwefelkohlenst.	Terpentin
Umwandlung von monosymmetrischem Schwefel in rhombischen, bei	90°	95°,1	93°,4	94°	94°,6
Umwandlung von rhombischem Schwefel in monosymmetrischen, bei	100	97,1	96	97	96,6

*) Pogg. Ann. 86, 175.

**) Kopp'sches Thermometer.

Ein vorzügliches Resultat lieferte dagegen die Anwendung eines mit Schwefel gesättigten Gemisches von 10 Vol. Terpentin und 1 Vol. Schwefelkohlenstoff.

Im Nachstehenden wird eine ausführliche Beschreibung des ganzen, zu diesen Untersuchungen dienenden Apparates gegeben, und die Einzelheiten der Ausführung an einem bestimmten Versuche erläutert.

Der Erwärmungsapparat (Fig. 4, Taf. XIII) war ein Cylinder, dessen oberer Theil aus Glas, dessen unterer etwas engerer Theil, um dem Zerbrechen beim Erhitzen vorzubeugen, aus Eisenblech angefertigt war; die Verbindung beider Theile wurde durch einen durchbohrten Kautschukstopfen vermittelt. Der eiserne Cylinder war oben offen, unten aber geschlossen mittelst einer runden, blecheisernen Platte von grösserem Durchmesser, um Kautschukstopfen und Glascylinder vor der Gasflamme zu schützen. Der obere Rand des eisernen Cylinders ragte ein wenig über den Kautschukstopfen hervor, und es wurde zum besseren Verschluss in die dadurch zwischen Eisen und Glas entstandene Rinne etwas Quecksilber gegossen. Der Glascylinder war oben durch einen vierfach durchbohrten Kautschukstopfen abgeschlossen, aus dessen Mittelöffnung die enge Röhre des Apparates, worin sich der Schwefel befand, hervorragte, die zweite Oeffnung enthielt das Thermometer, die dritte eine gebogene Glasröhre, die bis auf den Boden des Gefässes hinabreichte und als Heber benutzt wurde. Durch die vierte Oeffnung schliesslich wurde der Vorstoss eines Liebig'schen Rückflusskühlers gebracht.

Indem man nun in diesem Apparat verschiedene Gemische von Alkohol und Wasser, welche mittelst einer Seitenröhre des Vorstosses eingegossen wurden, kochen liess, konnte die Temperatur*) willkürlich zwischen 80° und 100° abgeändert werden und blieb sie dann während mehrerer Stunden constant, wie aus einer Reihe von Versuchen hervorging.

Es wurde nun 24,5 g möglichst fein gepulverter, aus Schwefelkohlenstoff krystallisirter Schwefel in das Gefäss des Kopp'schen Thermometers gebracht und durch Anstossen letzteres möglichst vollständig damit angefüllt**). An das Gefäss schmolz man die Capillarröhre fest, die zum Ablesen der Volumänderung dienen musste; 100 mm dieser Röhre fassten, wie aus vorhergehenden Versuchen sich ergab, 0,17 cM^3***). Es wurde nun das Ganze möglichst luftleer gemacht und, indem die Röhre noch mit

*) Die im Nachfolgenden angegebenen Temperaturen sind corrigirte; sie wurden gemessen mit einem vorher controllirten Thermometer, dessen Gradtheilung die Temperatur bis auf 0°,1 genau bestimmen liess.

**) Durch vollständiges Anfüllen mit Schwefel wird der nachtheilige Einfluss der bei Temperaturänderung das Lösen begleitenden Volumänderung beseitigt.

***) Diese Zahl schwankte bei den verschiedenen Versuchen zwischen den Werthen 0,1 und 0,2.

der Quecksilberluftpumpe verbunden war, der vorher ausgezogene obere Theil zu einer feinen Spitze abgeschmolzen. Diese Spitze wurde nun in eine mit Schwefel gesättigte Mischung von 1 Vol. Schwefelkohlenstoff und 10 Vol. Terpentin untergetaucht und abgebrochen, damit der Apparat sich fast vollständig durch Einsaugen hiermit füllte. Um den hierbei im Apparat zurückgebliebenen kleinen Luftrest gänzlich zu entfernen, wurde nochmals an der Quecksilberpumpe luftleer gemacht und dann zur weiteren Anfüllung des Apparates mit der genannten Flüssigkeit bis zur erforderlichen Höhe in der Capillarröhre geschritten (mittelst einer dünn ausgezogenen Trichterröhre, die bis in das Gefäss hinabsteigen konnte); schliesslich wurde diese Röhre oben zugeschmolzen. Jetzt klebte man eine Scala von Millimeterpapier hinter die Capillarröhre und konnte die Beobachtung anfangen.

Es galt dabei in erster Linie, den Schwefel in die zur Umwandlung günstigen Bedingungen zu bringen. Dieser Zweck wurde schon theilweise erzielt durch die Anwendung der speciell gewählten Flüssigkeit, deren Berührung mit dem Schwefel dessen Umwandlung fördert. Allein es war ausserdem nothwendig, durch gleichzeitige Anwesenheit beider Schwefelmodificationen und deren Berührung einen zweiten Schritt in dieser Richtung zu thun. Dazu wurde jetzt durch Erwärmen bei etwa 107° (im kochenden Salzbade) die partielle Umwandlung des im Apparate befindlichen rhombischen Schwefels in die monosymmetrische Modification bewirkt, womöglich bis zur Hälfte der ganzen Menge. Zur Beurtheilung der Grösse dieser Umwandlung lagen zwei Mittel vor. Einerseits konnte die Grösse der begleitenden Volumänderung als Anzeige verwendet werden, andererseits die Geschwindigkeit, mit welcher dieselbe vor sich geht, da eigenthümlicherweise bei Anwesenheit beider Modificationen etwa zu gleichen Theilen in dieser Hinsicht ein Maximum zu erkennen war, wie dies aus nebenstehender Tabelle ersichtlich ist.

(Tabelle siehe folgende Seite.)

Aus einer Betrachtung der dritten Zahlencolumne, welche die Ausdehnung von je 5 zu 5 Minuten angiebt, geht hervor, dass, nachdem die Temperatur der Umgebung angenommen worden, die Ausdehnung pro 5 Minuten langsam steigt, ein Maximum erreicht und dann wieder langsam abnimmt. Es zeigte sich, dass die Umwandlung des rhombischen Schwefels in monosymmetrischen fast regelmässig von dieser eigenthümlichen Erscheinung begleitet wird; die Ursache für deren Auftreten liegt auf der Hand: es muss einerseits während der Umwandlung die Geschwindigkeit durch den abnehmenden Betrag an rhombischem Schwefel vermindert werden, während sie andererseits durch Berührung mit dem in zunehmendem Maasse entstehenden monosymmetrischen Schwefel steigen muss.

Im speciellen hier zu beschreibenden Versuch wurde also zuerst durch Rechnung die Höhe festgestellt, welche bei der halben Umwandlung des

(Temperatur 99°,3.)

Zeitdauer:	Flüssigkeitshöhe:	Ausdehnung in Millim.-Länge gemessen:	
nach 5 Min.	32		
- 10 -	34	2	Ausdehnung in Folge der Temperaturänderung im Apparat
- 15 -	35	1	
- 20 -	36	1	
- 25 -	37,5	1,5	Ausdehnung mit steigender Geschwindigkeit
- 30 -	41	3,5	
- 35 -	46	5	
- 40 -	54	8	
- 45 -	64,5	10,5	
- 50 -	77,5	13	
- 55 -	92,5	15	
- 1 Stunde	110	17,5	Maximalgeschwindigkeit
- 1 - 5 Min.	127	17	Ausdehnung mit abnehmender Geschwindigkeit.
- 1 - 10 -	144	17	
- 1 - 15 -	159,5	15,5	
- 1 - 20 -	173	13,5	
- 1 - 25 -	185	12	
- 1 - 30 -	194	9	
- 1 - 35 -	201	7	
- 1 - 40 -	206	5	
- 1 - 45 -	210	4	
- 1 - 50 -	212,5	2,5	
- 1 - 55 -	214,5	2	
- 2 - — -	215,5	1	
- 2 - 5 -	216	0,5	
- 2 - 10 -	216,5	0,5	

rhombischen Schwefels bei 107° von der Flüssigkeit in der Capillarröhre erreicht werden muss. Dann wurde der Apparat im Salzbade erhitzt bis zur Erfüllung dieser Bedingung und nunmehr in den Erwärmungsapparat gebracht. Derselbe wird in bekannter Weise während längerer Zeit auf constanter Temperatur erhalten, und, nachdem das Kopp'sche Thermometer diese Temperatur angenommen hat, wozu nach Vorversuchen 20 Minuten hinreichen, beobachtet, welche Volumänderung eintritt. Aehnliches ward bei um $\pm \frac{1}{2}{}^{0}$ verschiedenen Temperaturen zwischen 95° und 100° wiederholt.

B. Resultate.

Erster Versuch.

Hierbei wurde erhalten:

Bei	94°,1	in 30 Minuten	35 mm Fallen
	95,1	- - -	6¾ - -
	95,6	- - -	keine Aenderung.

Zweiter Versuch.

Dieser ergab:

Bei	94°,6	in 30 Minuten	12 mm Fallen
	95,1	- - -	1¾ - -
	95,6	- - -	keine Aenderung.
	96,1	- - -	6 mm Steigen.

Dritter Versuch.

Während aus den beiden vorhergehenden Versuchen sich schon ergab, dass noch bei 95°,1 die Umwandlung von monosymmetrischem Schwefel in rhombischen erfolgt, und bei 96° das Umgekehrte stattfindet, bezweckte dieser Schlussversuch, die Umwandlungstemperatur noch genauer kennen zu lernen. Dazu wurde die Geschwindigkeit der Umwandlung scharf bestimmt und speciell Sorge getragen für Anwesenheit beider Modificationen in **gleicher Menge**. Bei diesem dritten Versuche wurde nun Folgendes beobachtet:

Zeitdauer:	Flüssigkeitshöhe			
	Temp. 96°,1	Temp. 95°,6	Temp. 95°,1	Temp. 94°,5
nach 5 Minuten	342¾	368¾	343½	357
- 10 -	347¼	366	344½	353½
- 15 -	349¾	365	343¾	351
- 20 -	352	364¾	343½	349
- 25 -	352¾	—	342½	346¾
- 30 -	354¾	—	340½	345½
- 35 -	354¾	—	339¾	342¾
- 40 -	356	—	339½	—
- 45 -	358	—	339	—
- 50 -	359	—	337½	—
- 55 -	360½	—	335¾	—
- 1 Stunde	361½	—	334½	—
- 1 - 5 Min.	—	—	333	—
- 1 - 30 -	—	370¾	—	—
- 1 - 35 -	—	367¾	—	—
- 1 - 40 -	—	368	—	—
- 1 - 45 -	—	366¾	—	—
- 1 - 50 -	—	366¾	—	—

Fasst man das Resultat des vorhergehenden Versuches zusammen, so ergiebt sich:

Bei	96°,1 pro 30 Minuten	6¾ mm Steigung
	95,6 - - -	keine Aenderung
	95,1 - - -	6¾ mm Fallen
	94,5 - - -	15 - -

Da man nun in diesem Versuche Sorge getragen hatte für die gleichzeitige Anwesenheit beider Schwefelmodificationen in approximativ gleichen Mengen, und bei 95°,1 eine gleich grosse Umwandlungsgeschwindigkeit im einen wie bei 96°,1 im anderen Sinne beobachtet wurde, kann die Umwandlungstemperatur nicht weit vom Mittel, d. h. 95°,6 entfernt sein.

Der Druck, der bei diesen Versuchen sich im (geschlossenen) Apparat vorfand, war 4 Atmosphären, da ja die Länge der Luftsäule, welche sich in der Capillarröhre über der Flüssigkeit befand, durch die Ausdehnung des Schwefels bei 95° bis auf ¼ ihres ursprünglichen Werthes reducirt worden war. Hierbei sei noch bemerkt, dass zufolge des vermutheten und später bestätigten Einflusses des Drucks auf die Umwandlungstemperatur, letztere beim atmosphärischen Druck um ein Geringes unterhalb 95°,6 liegen muss.

III. Einfluss des Drucks auf die Umwandlungstemperatur.

A. Methode.

Der beschriebene Apparat wurde für die Versuche bei höherem Druck nur soweit abgeändert, dass man eine Vorrichtung zur Druckentwicklung und Druckbestimmung hinzufügte. Da ja die Abänderung der Umwandlungstemperatur mit dem Druck festgestellt und womöglich ihrer Grösse nach bestimmt werden musste, lag es ob, zuerst wie bei den vorigen Versuchen, ohne absichtliche Druckerhöhung also, in dem Apparat das Gleichgewicht herzustellen, das bei gleichzeitiger Anwesenheit beider Schwefelmodificationen bei 95°,6 eintritt. Dann wäre weiter durch Druckerhöhung im Apparate zu entscheiden, inwiefern dadurch das Gleichgewicht zerstört wird, und schliesslich, ob dasselbe unter diesen Umständen durch eine genau bekannte Abänderung der Temperatur zurückkehre.

Der Druck wurde mittelst eines geschlossenen Manometers bestimmt; um ihn zu entwickeln, wurde als am meisten geeignet das Natriumbicarbonat gewählt, dessen Erhitzen eine leicht zu regulirende Kohlensäureentwicklung hervorbringt. Der Apparat (Fig. 5, Taf. XIII) war nun folgendermassen eingerichtet.

In der kleinen Kugel *A*, die in einem Oelbade erhitzt wurde, befand sich das Natriumbicarbonat; die Kugel *B* hielt das aus dem Salz abge-

schiedene Wasser*) zurück, während im Schenkel *F* des geschlossenen Manometers *EF*, das von *E* bis *F* mit Quecksilber gefüllt war, der Druck auf einer hinter dem Schenkel *F* geklebten Scala von Millimeterpapier abgelesen wurde. Die Bestimmung des Drucks geschah, indem man die Länge der Luftsäule in der Röhre *F* mass und sie verglich mit der ursprünglichen, bei atmosphärischem Druck abgelesenen Länge.

Das Ganze wurde vermittelst des Rohrstücks *C* an die Röhre *D* eines Apparates angeschmolzen, der völlig so eingerichtet war, wie bei den vorigen Versuchen. Selbstverständlich waren, den neuen Versuchsbedingungen gemäss, sämmtliche Röhren, mitsammt dem Schwefelgefäss, ziemlich dickwandig.

Bevor zur Beschreibung der eigentlichen Versuche geschritten wird, sei zweier Schwierigkeiten erwähnt, die sich beim Gebrauch des soeben beschriebenen Apparates offenbarten. Zuerst musste die Berührung des aus dem Bicarbonat entwickelten Wassers mit dem im Apparate befindlichen Schwefelkohlenstoff vermieden werden, da zu wiederholten Malen sich gezeigt hatte, dass Schwefelkohlenstoff bei 95° von Wasser unter Kohlensäureentwicklung stark angegriffen wird, und diese Gasentbindung das Messen im Apparate unmöglich macht. Man beseitigte diese Schwierigkeit einestheils durch das schon erwähnte Kügelchen *B*, anderntheils durch einen bis in die Röhre *CD* gebrachten dünnen Faden, der das in *CD* befindliche Wasser in sich aufnahm und so dessen Berührung mit dem Schwefelkohlenstoff vorbeugte.

Zweitens musste man die die Druckzunahme begleitenden anderweitigen Aenderungen im Apparat berücksichtigen; als solcher sei der möglichen Löslichkeitsänderung des Schwefels, sowie auch der Volumänderung des Apparats Erwähnung gethan.

Absichtlich in dieser Richtung angestellte Versuche ergaben, dass wirklich, ohne irgend eine Umwandlung des Schwefels aus der einen in die andere Modification, dennoch eine Aenderung des Druckes einen sehr bemerklichen Einfluss auf die Flüssigkeitshöhe im Messrohr ausübt. Zu gleicher Zeit zeigten diese Versuche jedoch, dass ein bedeutender Unterschied existirt zwischen der von Nebenursachen herrührenden Volumänderung und derjenigen, welche die gegenseitige Umwandlung der Schwefelmodificationen begleitet. Die letztere kann sich nämlich unter den hier obwaltenden Umständen stundenlang fortsetzen, während erstere in einigen Minuten vollendet ist.

Es erhellt dies aus folgendem Versuch, der bei 95°,6 angestellt wurde:

*) Dieses Wasser veranlasste, wie sich erwies, das Zerbrechen und Explodiren des Apparates, wenn es in die erhitzte Kugel *A* zurückfliessen konnte.



IV. Vergleichung der Beobachtung und der Rechnung.

Die vorhergehende Untersuchung hat also festgestellt:

1) Es giebt für die beiden Schwefelmodificationen eine dem Schmelzpunkt analoge Umwandlungstemperatur; oberhalb derselben wandelt sich der rhombische Schwefel in monosymmetrischen, unterhalb derselben umgekehrt der monosymmetrische in rhombischen um.

2) Die Umwandlungstemperatur ist bei einem Drucke von vier Atmosphären nicht weit von 95°,6 entfernt.

3) Die Umwandlungstemperatur liegt bei einem Drucke von 15,8 Atmosphären um ein Geringes über 96°,2, steigt also pro Atmosphäre Druckerhöhung um 0°,05.

Schreitet man jetzt zur Rechnung, so lassen sich in die Gleichung

$$\frac{dT}{dp} = 10333 \frac{T(\sigma - \tau)}{424\, r}$$

die folgenden Werthe einführen:

$$T = 368,6$$
$$r = \quad 2,52.$$

Der Werth von $\sigma - \tau$ lässt sich, wie schon im ersten Abschnitt gesagt wurde, aus dem vorhandenen Beobachtungsmaterial nur approximativ feststellen.

Deshalb wurden die ausgeführten Beobachtungen angewendet, um diese Zahl genauer kennen zu lernen. Bei Anwendung der Schwefelsäure im Kopp-schen Thermometer fanden wir bei Benutzung von 22,8 g Schwefel bei der Temperatur von 96°,6 eine Steigung im Messrohr von 159 mm als Folge der gänzlichen Umwandlung. Da im Voraus bestimmt worden war, dass 100 mm der Messröhre 0,18 cM^3 fassten, wird $\sigma - \tau$, d. i. die Ausdehnung in M^3, welche bei 95°,6 die Umwandlung von 1 kg rhombischen Schwefels in monosymmetrischen begleitet, $\frac{1000 \times 159 \times 0,18}{22,8 \times 100000000} = 0,0000126$.

Man erhält also für $\frac{dT}{dp}$ den Werth:

$$10333 \frac{368,6 \times 0.0000126}{424 \times 2,52} = 0.045.$$

Diese Zahl zeigt, wie man sieht, mit der auf S. 603 durch das Experiment gefundenen (0,05) eine befriedigende Uebereinstimmung.

XXXII. Beiträge zur Kenntniss des Epistilbits.

Von

C. Hintze in Bonn.

(Mit 6 Holzschnitten.)

Den gleichzeitigen Untersuchungen von Des Cloizeaux*) und Tenne**) gebührt das Verdienst, unsere Kenntniss des Epistilbits berichtigt zu haben. Die gewonnenen Resultate wurden durch Trechmann***) und Henniges an dem in England aufgefundenen Epistilbit vollkommen bestätigt. Wünschenswerth blieb aber noch die Auffindung von vollständig ausgebildeten Krystallen, sowie die Entscheidung der von den genannten Forschern — wohl wegen Mangels an geeignetem Material — noch unerörtert gelassenen Frage, ob die bereits von Gustav Rose†), und zwar als häufigste Form des Minerals beschriebenen Zwillinge nach (110)∞P aus zwei wirklich einfachen Individuen bestehen, oder jede der Componenten schon ein Zwilling nach (100)$\infty \bar{P} \infty$ ist, also ein Rose'scher Zwilling aus zwei Des Cloizeaux-(Tenne-)schen Zwillingen besteht. Endlich lassen die letzten von Jannasch††) ausgeführten Analysen trotz aller angewandten Sorgfalt doch noch Zweifel über den wahren Wassergehalt des Epistilbits übrig, indem die gefundenen Zahlen ungefähr in der Mitte stehen zwischen den Werthen für $5 H_2 O$ und für $5\frac{1}{2} H_2 O$ (Gesammt-Wassergehalt).

Nach diesen angedeuteten Richtungen hin unsere Kenntniss des Epistilbits zu ergänzen, wurde ich in den Stand gesetzt durch die Ausbeute eines Mineraliensuchers, den die Firma Krantz in Bonn diesen Sommer nach Island entsandt hatte.

Die mir vorliegenden Stufen und Krystalle von Epistilbit sind sämmtlich aus dem Felsen des wallartigen Uferrandes herausgeschlagen worden

---

*) Bulletin de la Soc. minéral. de France 2, 16, 1879; referirt in dieser Zeitschrift 4, 412.

**) Neues Jahrb. für Mineral. etc. 1, 43, 1880; referirt in dieser Zeitschr. 6, 100.

***) Neues Jahrb. für Mineral. etc. 2, 260, 1882; referirt in dieser Zeitschr. 8, 428.

†) Pogg. Ann. 6, 183, 1826.

††) Neues Jahrb. für Mineral. etc. 2, 269, 1882; referirt in dieser Zeitschr. 8, 429.

in unmittelbarer Nähe des meteorologischen Observatoriums Djupivogur. am südlichen Eingang der Berufjorder Bai (so von den Eingebornen bezeichnet) an der Ostküste Islands. Der Fundort ist über drei Kilometer von der Bergpyramide Bulandstindr entfernt, von deren Fusse nach Sartorius von Waltershausen die Stufen stammen, welchen Herr Tenne sein Arbeitsmaterial entnahm. Auch auf meine Stücke passt vollkommen Tenne's Beschreibung »von Knollen und Kugeln, die mit einem schönen Ueberzuge von Grünerde oder einer der Brandrinde von Meteorsteinen ähnlichen Schicht umgeben sind«. Da am Bulandstindr selbst mein Gewährsmann weder Epistilbit, noch Heulandit, noch Desmin, sondern nur Skolezit auffinden konnte, so ist möglicherweise die Fundortsangabe von Sartorius von Waltershausen »am Fusse des Bulandstindr« mit einiger Erweiterung aufzufassen, und vielleicht das durch ihn in die Göttinger Sammlung gekommene Material auch von der Fundstelle bei Djupivogur.

Die meisten der Knollen und Kugeln von Djupivogur sind massiv und bestehen im Inneren oft aus reinem Epistilbit, oft aus einem Gemenge von Epistilbit und Heulandit; auch solche aus reinem Heulandit, aus reinem Desmin und aus reinem Kalkspath (krystallinisch, einem Individuum entsprechend) kommen an dem Fundort vor. Zuweilen aber erweisen sich auch die Knollen beim Aufschlagen als hohl, und die Wandungen vollkommen mit den herrlichsten Epistilbitkrystallen (bis 2 cm lang und breit) ausgekleidet, manchmal untermischt mit Heulanditkrystallen. Die Epistilbite sind selten ganz durchsichtig, meist milchig weiss, mit einem Stich ins Bläuliche oder Gelbliche. Vorherrschend sind, den Angaben von G. Rose entsprechend, die Zwillinge nach $(110)\infty P$, dazwischen aber auch zahlreich die scheinbar einfachen Krystalle, die Zwillinge nach $(100)\infty \bar{P}\infty$. Einige dieser letzteren waren mit einer Prismenkante aufgewachsen und an beiden Enden ausgebildet. Diese Krystalle nahmen mein Interesse begreiflicherweise zunächst in Anspruch, und von ihnen soll auch zuerst die Rede sein.

Die von Des Cloizeaux und von Tenne nachgewiesene Zwillingsbildung nach $(100)\infty \bar{P}\infty$ lässt erwarten, dass bei den Zwillingskrystallen am einen Ende die zusammenstossenden Basisflächen einen ausspringenden Winkel, wie bisher immer nur beobachtet, am anderen Ende aber einen einspringenden Winkel bilden.

Die von mir aufgefundenen doppelendigen Krystalle zeigen aber ausspringende Winkel an beiden Enden, in ganz symmetrischer Ausbildung, vergl. Figur 1 *).

*) Hier, wie in den folgenden Figuren, ist die für den Epistilbit allgemein angenommene Buchstabensignatur beibehalten worden: $M = (110)\infty P$, $t = (001)0P$, $s = (\bar{1}12)\frac{1}{2}P$, $r = (010)\infty \bar{P}\infty$.

Zwei dieser doppelendigen Krystalle konnten losgelöst und an beiden Enden gemessen werden. Es wurde gefunden der Normalenwinkel der Polflächen (Basis zur Basis am Zwilling)

Fig. 1.

am ersten Krystall:

am einen Ende = 66° 30′ ($t : \underline{t}$)
am anderen = 66 31

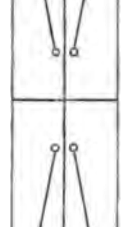
und am zweiten Krystall:

am einen Ende = 66° 45′
am anderen = 66 38.

Damit war, noch dazu in Anbetracht der beim Epistilbit notorisch mangelhaften Uebereinstimmung der Kantenwinkel, die völlige Gleichheit der beiden Enden erwiesen. Uebrigens gehen die hier beobachteten Werthe noch über die von Breithaupt am Monophanus hystaticus*) (= 68° 4′) und von Trechmann an einigen der englischen Epistilbitkrystalle (= 67° 49′ und 67° 17′) gefundenen hinaus, wodurch die Grenzen der Schwankungen noch beträchtlich erweitert werden, die also nun von 71° 1½′ (von Trechmann beobachtet) bis 66° 30′ (siehe oben), mit sehr vielen Zwischenstufen, constatirt sind. An anderen gut messbaren Krystallen, die nur an einem Ende ausgebildet waren, habe ich den betreffenden Winkel = 69° 46′, 67° 31′ und 67° 17′ gefunden. Der Prismenwinkel wurde an den doppelendigen Krystallen zu 43° 21′ und 44° 24′ gemessen.

Um über das Wesen dieser doppelendigen Krystalle nun näheren Aufschluss zu erlangen, wurde der durchsichtigere derselben zu einem Schliff geopfert, der parallel der Symmetrieebene, 2 mm lang und 0,5 mm breit, mit vollständiger Erhaltung der Contouren, der Kunst des Herrn Voigt (Firma Voigt und Hochgesang) in Göttingen gelang. Die Betrachtung unter dem Mikroskop zwischen gekreuzten Nicols lehrte, dass hier nicht eine blosse Aneinanderwachsung zweier Individuen vorliegt, wie sie Des Cloizeaux und Tenne an unvollständigen Krystallen beobachten konnten, sondern eine völlige Durchkreuzung (vgl. Fig. 2), ganz analog, wie sie von Herrn v. Lasaulx am Desmin wahrgenommen und beschrieben**) wurde. Die verticale Grenze verläuft ziemlich geradlinig, die horizontale etwas ausgezackt. Die Auslöschungsschiefe zur Verticale wurde in allen vier Sectoren homolog zu ungefähr 8½° constatirt.

Fig. 2.



Zur Entscheidung der Frage, ob vielleicht auch Verwachsungen oder

*) Handbuch der Mineralogie 3, 428, 1847.
**) In dieser Zeitschr. 2, 576.

Lamellen parallel (010)∞P̶∞ vorhanden wären, — was die Annahme des asymmetrischen Krystallsystems nach sich ziehen müsste — wurden auch einige Schliffe senkrecht zur Verticale angefertigt. Irgendwie deutliche Anzeichen einer auf das asymmetrische System hindeutenden Verwachsung konnten jedoch an diesen Schliffen unter dem Mikroskop nicht wahrgenommen werden. Die senkrecht zur Schliffrichtung gehende Spaltbarkeit hatte nur zahlreiche Risse in den Schliffen hervorgebracht, die sich durch scharfe Linien markiren; und diese Risse hinwiederum waren wohl Ursache, dass bei einem der Präparate das Object nicht gleichmässig dünn geschliffen war, der Dünnschliff vielmehr eine wellige Oberfläche erhielt, und also dementsprechend unter dem Mikroskop zwischen gekreuzten Nicols verschiedene Farbenbänder zeigt, die aber ohne scharfe Grenzen in einander übergehen.

Die Zwillinge nach dem Prisma, wie erwähnt schon von G. Rose beschrieben, zeichnen sich vor den anderen Krystallen dadurch aus, dass an ersteren wohl nie das Klinopinakoid als Krystallfläche fehlt, meist spiegelnd glatt und stark perlmutterglänzend. Der Zwillingswinkel der beiden Klinopinakoide, der natürlich zugleich dem Prismenwinkel entspricht, wurde gefunden:

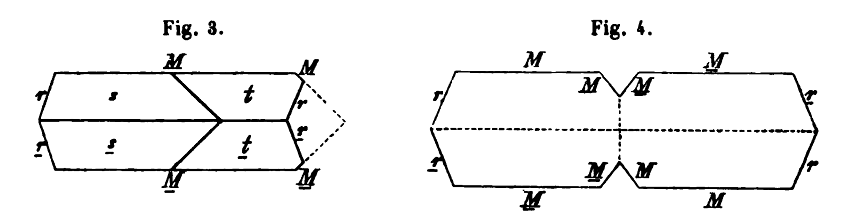
43° 54′ $(r : \underline{r})$
44 4
44 38
44 41
44 59
45 25
45 31

und zeigt also auch wieder die dem Epistilbit eigenthümlichen Schwankungen. Die Endflächen an diesen Zwillingen sind durchgängig matt und gewölbt, zu Messungen also ungeeignet.

Das Bestreben der Epistilbitkrystalle, durch Verwachsungen eine möglichste Symmetrie zu erreichen, so charakteristisch auch für andere Zeolithe, lässt sich auch bei den Zwillingen nach dem Prisma beobachten. Abgesehen davon, dass die den Abhandlungen von G. Rose und Tenne beigegebene Figur wohl mehr als Idealbild zu betrachten ist, die Zeichnung von Trechmann dagegen im Bilde besser den mir vorliegenden zahlreichen Zwillingen dieses Gesetzes entspricht, so konnte ich keinen Krystall auffinden, der, entsprechend dem ausspringenden Winkel der Klinopinakoide an der einen Seite, einen einspringenden Winkel an der anderen Seite gezeigt hätte; vielmehr wurde ein solcher höchstens an verbrochenen Krystallen durch Spaltungsflächen sichtbar (vergl. Fig. 3). Ebensowenig wurde eine regelrechte abschliessende Begrenzung der anderen Seite durch Ueberwachsung des einspringenden Winkels durch die Prismenflächen

beobachtet, wie das in der oben erwähnten Figur bei G. Rose und bei Tenne angenommen ist. Vielmehr waren an sämmtlichen ungestört und unverbrochen ausgebildeten Krystallen dieser Art zwei Zwillinge dergestalt aneinander gewachsen, dass man das Gebilde als eine Durchkreuzung

Fig. 3. Fig. 4.

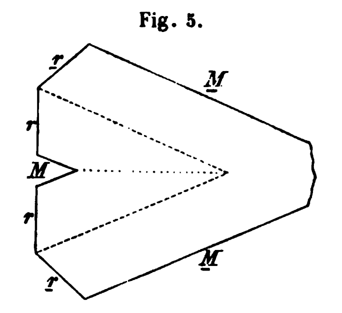


auffassen kann, und dass also auch hier wieder dasselbe Princip obwaltet, wie bei den oben beschriebenen doppelendigen Krystallen der anderen Art.

Oft zeigen diese Durchkreuzungszwillinge noch, wie in Figur 4, eine Einschnürung durch vollzähligere Entwicklung der Prismenflächen, doch ebenso kommen Gestalten vor ohne jeden einspringenden Winkel, wo die Klinopinakoide ein Pseudoprisma bilden, und die wirklichen Prismenflächen auf eine pinakoidische Rolle beschränkt sind. Die Endflächen sind bei allen diesen Zwillingen matt und gerundet.

Gewissermassen als ein Analogon zu dem von Trechmann (a. a. O.) beschriebenen Drilling wurde eine Verwachsung beobachtet, etwa 8 mm dick und lang, bei der zwei Zwillinge, mit Parallelstellung je einer Klinopinakoidfläche, aneinander gewachsen sind, wie Figur 5 veranschaulicht. Die Endflächen sind auch hier wieder gerundet und indistinct, weshalb die Zeichnung nur in Querschnittsprojection genommen wurde. Leider gelang es nicht, ohne allzu grosse Gefährdung dieses schönen Gebildes, genügende Blättchen abzuspalten zur optischen Untersuchung und Orientirung der Auslöschungsschiefe, zur Entscheidung, ob bei dieser Gruppe die mittleren parallelen Krystalltheile krystallographisch demselben Individuum entsprechen, das Ganze also höchstens als Drilling anzusehen ist, oder ob die mittleren Theile zu einander nach $(100)\infty\bar{P}\infty$ in Zwillingsstellung sind, so dass das Ganze also mindestens ein Vierling sein würde.

Fig. 5.



Dagegen konnte mit Erfolg untersucht werden, ob sonst im Allgemeinen die Zwillinge nach $\infty P(110)$ aus zwei wirklich einfachen Individuen bestehen, oder aus zwei Zwillingen nach $(100)\infty\bar{P}\infty$. Zur Entscheidung dieser Frage durch mikroskopische Untersuchung wurde eine Reihe von

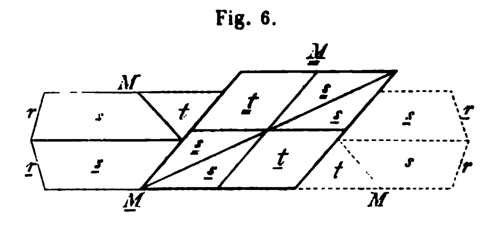
Schliffen angefertigt, sowohl parallel den Klinopinakoiden, um möglichst nur eine Krystallhälfte zu treffen, als auch senkrecht dazu, um einen Querschnitt des ganzen Krystalls zu bekommen, und endlich auch senkrecht zur Zwillingsebene und parallel der Verticale.

Es ergab sich, dass unter sieben gut gelungenen Dünnschliffen ein Präparat den unzweifelhaften Nachweis lieferte der Zusammensetzung eines Zwillings nach dem Prisma aus zwei einheitlichen, wirklich einfachen Individuen. Und zwar war dies ein Schliff senkrecht zur Zwillingsebene und zur Verticale, zu welcher Schliffrichtung sich das betreffende Krystallfragment, das tadelloseste aller verarbeiteten, besonders geeignet hatte. Die Zwillingsgrenze läuft scharf und geradlinig durch die Mitte; die Auslöschungsrichtungen, natürlich parallel und senkrecht zu den resp. Symmetrieebenen, bilden wie diese einen Winkel von etwa 45°. Bei keinem der anderen Präparate waren beide Krystallhälften so vollkommen und zweifellos in sich einheitlich.

Ein Schliff senkrecht zur Zwillingsebene und parallel der Verticalaxe bestätigte, dass in Bezug auf die Auslöschungsschiefen der Componenten der Zwilling symmetrisch ist; die Auslöschungsrichtungen bilden in der Ebene des Schliffes einen Winkel von circa 15°.

Bei einigen der Präparate zeigt die eine Krystallhälfte zwei nach dem Orthopinakoid verwachsene Theile, oder Einschlüsse, die nach diesem anderen Verwachsungsgesetz orientirt sind. Auch makroskopisch wurden übrigens Krystalle beobachtet, die durch treppenartigen Bau und stark oscillatorische Prismenflächen ausgezeichnet, einerseits Zwillingsbildung nach dem Prisma zeigen, und an der anderen Seite in einen Zwilling nach dem Orthopinakoid übergehen, der gewöhnlich den ersten Theil überragt; schliesslich wird auch weiterhin zuweilen noch der Durchkreuzungszwilling nach dem Prisma vervollständigt, wie Figur 6 andeutet. Derartige Gebilde

Fig. 6.



verdanken ihre Entstehung wohl einem Wechsel der Umstände während der Krystallisation.

Noch störender aber für eine klare Erkenntniss der Verhältnisse zeigt sich bei manchen Schliffen das Ueberhandnehmen der »inversen Substanz«, um mich des bezeichnenden Ausdrucks zu bedienen, den Herr v. Lasaulx gelegentlich seiner Untersuchungen am Desmin eingeführt hat (siehe diese

Zeitschr. 2, 583); in einzelnen Theilen des Präparats tritt zwischen gekreuzten Nicols in keiner Stellung mehr Dunkelheit ein, sondern stets ein wirres Durcheinander von Farben, wie auch Herr Tenne in seiner Epistilbit-Arbeit erwähnt. Der Vermuthung stimme ich auch vollkommen bei, dass die angedeutete Erscheinung erzeugt wird durch eine chemische Veränderung der Substanz, namentlich in Bezug auf den Wassergehalt, eine Veränderung, welcher besonders an den Zwillingsgrenzen und durch mechanische Risse Vorschub geleistet zu werden scheint; wo für ein keilförmiges Eindringen der »inversen Substanz« weniger die Bedingungen gegeben sind, beschränkt sich die Veränderung mehr auf die Peripherie. Auch die bekannten Schwankungen in den Kantenwinkeln sind vielleicht zum Theil diesen chemischen Vorgängen zuzuschreiben.

Durch Erwärmen wurde eine Verschiebung der Zwillingsgrenzen nicht erreicht. Nur die Auslöschungsrichtungen veränderten sich deutlich, durch Annäherung an die Verticale. Bei einer gewissen Temperatur wird also ein Zwilling nach dem Orthopinakoid in beiden Theilen optisch gleich orientirt sein. Beim Erkalten gehen die Auslöschungsrichtungen wieder in ihre ursprüngliche Lage zurück, vorausgesetzt natürlich, dass die Erwärmung nicht bis zum Undurchsichtigwerden des Krystalls getrieben war. Temperaturangaben scheinen mir beim gegenwärtigen Stande unserer Hülfsmittel zu solchen Versuchen nur von sehr zweifelhaftem Werthe zu sein.

Auf mein Ersuchen hatte mein Freund Dr. Bodewig in Cöln die Güte, auch noch einige neue Bestimmungen des Wassergehalts am Epistilbit von Djupivogur und an Heulandit vom selben Fundort auszuführen, und mir darüber Folgendes mitzutheilen.

Die gepulverte Substanz wurde 48 Stunden lang an einem staubfreien Orte und in einem ungeheizten Zimmer der Luft ausgesetzt, um den durch das Pulvern etwa verlorenen Wassergehalt wieder zu ersetzen. Zur Bestimmung des Wassers wurde die Substanz in einem ausgezogenen und unter 120° gebogenen böhmischen Glasrohre mit der Bunsen'schen Lampe, dann mit einem Dreibrenner, und schliesslich mit der Gebläselampe bis zum Schmelzen des Glases erhitzt, wobei das Wasser in einer Chlorcalciumröhre aufgefangen wurde. Herr Jannasch hat (a. a. O.) das Wasser aus dem Glühverlust berechnet.

Herr Bodewig fand folgende Zahlen:

I.	0,7091 g Epistilbit gaben	0,1092 g H_2O	= 15,40 %	15,28 im Mittel
II.	0,8638 g - -	0,1309 g -	= 15,15 -	
III.	0,8780 g Heulandit -	0,1429 g -	= 16,27 -	16,23 - -
IV.	1,3927 g - -	0,2254 g -	= 16,18 -	

Dagegen verloren über Chlorcalcium bei gewöhnlicher Temperatur:

	0,7888 g Epistilbit:	0,9816 g Heulandit:
nach 12 Stunden	0,0044 g	0,0093 g
- 24 -	unverändert	0,0096 g
- 36 -	-	0,0102 g
- 48 -	-	unverändert
- 60 -		-
mithin	0,56 %	1,04 %.

Bringt man dieses wohl mit Recht als hygroskopisch angesehene Wasser von den oben gefundenen Procenten in Abzug, so bleiben für

Epistilbit 14,72 % Wasser (nach Jannasch 15,36),
Heulandit 15,19 - - (- - 16,90);

die Rechnung verlangt für 5 Moleküle 14,77 %. Es ist wohl also für Epistilbit und für Heulandit derselbe Wassergehalt von 5 Molekülen anzunehmen, und beiden dieselbe Formel zu geben $H_4CaAl_2(SiO_3)_6.3H_2O$; nur scheint der Heulandit noch hygroskopischer zu sein, als der Epistilbit.

Das spec. Gewicht des Epistilbit ist nach Bodewig:

I. 2,2618 bei 16°,6 C. (angewandte Substanz 6,4850 g),
II. 2,2616 - 17,4 - (- - 6,0247 g).

Die Bestimmungen wurden mit dem Pyknometer ausgeführt und, um das Auskochen des Wassers zu vermeiden, die Luft aus demselben mittelst der Quecksilber-Luftpumpe entfernt.

Zu grossem Danke bin ich Herrn Prof. von Lasaulx verpflichtet für die zuvorkommende Liberalität, mit welcher mir Derselbe die Instrumente des hiesigen mineralogischen Instituts der Universität für meine Untersuchungen zur Verfügung gestellt hat.

Bonn, im November 1883. C. Hintze.

XXXIII. Zur Isomorphie des Jordanit und Meneghinit.

Von

Alexander Schmidt in Budapest.

Nach den Erfahrungen der chemischen Krystallographie müssen zwei Substanzen, welche (nach der gewöhnlichen Schreibweise) zusammengesetzt sind:

$4PbS.As_2S_3$ (Jordanit) und
$4PbS.Sb_2S_3$ (Meneghinit)

auch in krystallographischer Beziehung gewisse Analogien besitzen, d. h. isomorph sein. Dies konnte aber bis jetzt bei den genannten zwei Mineralien nicht zweifellos bewiesen werden. Zunächst standen dem die verschiedenen Symmetrieverhältnisse im Wege, da der Jordanit nach G. vom Rath rhombisch, der Meneghinit dagegen nach demselben Forscher monosymmetrisch krystallisirt. Ohne Zweifel könnte man dieses negative Resultat auch dem Umstande zuschreiben, dass, während der Jordanit in sehr guten Krystallen untersucht werden konnte, der Meneghinit nur in unvollkommenen Exemplaren zur Verfügung stand. Erst in allerneuester Zeit ist es dem Herrn Dr. Jos. Alexander Krenner gelungen, auch den Meneghinit in guten Krystallen zum Gegenstand einer krystallographischen Untersuchung zu machen*), und dadurch zu beweisen, dass derselbe gleichfalls in rhombischen Krystallen erscheint**).

Nach diesem wichtigen Resultate entsteht gleichzeitig die bisher noch ungelöst gebliebene Frage der Isomorphie des Jordanit und Meneghinit, und Herr Krenner hat sich auch mit diesem Punkte beschäftigt. Die Stellung, bei welcher der Meneghinit noch die meiste Uebereinstimmung in der Form

---

*) Földtani Közlöny **18**, 297. S. auch weiterhin S. 622.

**) Zu demselben Resultate war, wie ich im Mai des vergangenen Jahres in London erfuhr, bereits vor der Veröffentlichung der Krenner'schen Arbeit Herr H. A. Miers auf Grund der Untersuchung der im British Museum vorhandenen Meneghinitexemplare gelangt. Derselbe wird darüber nächstens eine Abhandlung im Min. Mag. publiciren.

mit dem Jordanit zeigt, ist nach ihm diejenige, wenn der Jordanit (nach G. vom Rath's Angaben) gegen den Meneghinit (nach seiner Aufstellung) so gewendet wird, dass

Fläche $\underline{b}$ Jordanit auf $\underline{b}$ Meneghinit und
- $\underline{c}$ - - a -

fällt. Denn die Spaltungsflächen (b) sind dann gemeinsam, das Prisma $\underline{m}$ des Jordanits entspricht der vom Rath'schen Fläche $\underline{t}$ des Meneghinits, und Fläche $\frac{1}{2}f$ des Jordanits der Prismenfläche $\underline{m}$ am Meneghinit. Die diesbezüglichen Winkel sind:

Meneghinit:	Jordanit:	$d \pm$
$b:t = 010:034 = 62^0 47'$ —″	$b:m = 010:110 = 61^0 44' 30''$	$1^0\ 2'\ 30''$
$b:m = 010:110 = 46\ 29$ —	$b:\frac{1}{2}f = 010:012 = 44\ 34$ —	$1\ 55$ —

Betreffs der ersten Beziehung nennt Herr Krenner dieselbe eine complicirte — da $t = (034)$ —, aber er weist gleichzeitig auf das nicht viel einfachere Verhältniss zwischen der Prismenzone des Auripigments und Antimonits hin.

Ausser diesen Mittheilungen hat sich Herr Krenner mit den weiteren Details der Vergleichung nicht beschäftigt. Wegen des theoretischen Interesses jedoch, welches bei dieser Frage zu Tage tritt, habe ich die diesbezüglichen Daten der Literatur einer vergleichenden Studie unterzogen, und meine Resultate sind die folgenden.

Der Jordanit. Dieses interessante Sulfosalz des weissen Dolomits im Binnenthal wurde, wie bekannt, zuerst von G. vom Rath*) im Jahre 1864 beschrieben. Die Krystalle besitzen einen mehr oder minder dicken, tafelförmig-sechseckigen Habitus, in den einzelnen Zonen mit wahren Formenreihen von ausgezeichnet glänzenden Flächen gebildet. Die einfachsten Axenschnitte erhält man, wenn man die Reihe der vorwaltenden Pyramiden als die primäre annimmt, und nach dieser Deutung hat G. vom Rath in seiner ersten Arbeit bereits 20 Formen (besonders Pyramiden der Hauptreihe und Brachydomen) angegeben, welche sämmtlich so verbunden sind, dass sie zusammen die sogenannte hexagonale Pseudosymmetrie zeigen, d. h. bei einem Prismenwinkel von $56^0\ 31'$ zu einer jeden Pyramide (mP) das die doppelte Verticalaxe besitzende Brachydoma ($2m\breve{P}\infty$) erscheint. Zwillinge kommen ziemlich häufig vor, welche nach einer Fläche von ∞P symmetrisch sind, und zwar am meisten mit mehrfacher Wiederholung der Zwillingslamellen, aber auch derart, dass die Krystalle trotz ihrer Zwillingsnatur wie einfache erscheinen.

Den Jordanit vom Binnenthal hat Herr Ludwig Sipöcz im Jahre 1873 analysirt**) und neben dem Arsen auch Antimon darin gefunden,

*) Pogg. Ann. **122**, 387.
**) Min. Mittheil. von G. Tschermak, 1873, S. 29.

wenn auch nur in sehr geringer Menge (0,11 %). In demselben Jahre wurde das seltene Mineral auch von Nagyág bekannt und die Beschreibung dieser Krystalle verdanken wir Herrn G. Tschermak*). Die Nagyáger Krystalle sind klein und besitzen stark gestreifte Flächen, stimmen aber im Uebrigen vollkommen überein mit den Krystallen vom Binnenthal, besonders in den Zwillingsverwachsungen. Tschermak fügte zwei neue Formen zu den bereits bekannten der Jordanitkrystalle hinzu; nach der Analyse des Herrn E. Ludwig enthält der Nagyáger Jordanit schon 1,87 % Antimon.

Inzwischen hat Herr G. vom Rath die Beschreibung eines neuen Krystalles vom Binnenthal mitgetheilt**), welcher neben den bekannten Formenreihen noch Brachypyramiden, Makrodomen und zwei andere Gestalten besass. Die neueren Messungen des Verfassers stimmen mit den früher mitgetheilten völlig überein.

Zuletzt erschien von Herrn W. J. Lewis in einem Auszuge gleichfalls eine Untersuchung des Jordanits vom Binnenthal***), in dem er noch fünf neue Formen aufführt, so dass bis jetzt im Ganzen 37 Formen am Jordanit bekannt sind. Die Aufzählung derselben ist in folgender Tabelle gegeben, zu der noch bemerkt sei, dass die eingeklammerten Buchstaben (T.) oder (L.) die genannten Autoren bedeuten, die erste Reihe dagegen die Rath'sche Flächensignatur enthält.

$4P(441)$ (T.)	$\frac{1}{7}u = \frac{3}{7}\breve{P}3(137)$
$\frac{3}{2}P(332)$ (T.)	$2f = 2\breve{P}\infty(021)$
$o = P(111)$	$f = \breve{P}\infty(011)$
$\frac{1}{2}o = \frac{1}{2}P(112)$	$\frac{2}{3}f = \frac{2}{3}\breve{P}\infty(023)$
$\frac{2}{5}P(225)$ (L.)	$\frac{4}{7}f = \frac{4}{7}\breve{P}\infty(047)$
$\frac{1}{3}o = \frac{1}{3}P(113)$	$\frac{1}{2}f = \frac{1}{2}\breve{P}\infty(012)$
$\frac{2}{7}o = \frac{2}{7}P(227)$	$\frac{2}{5}f = \frac{2}{5}\breve{P}\infty(025)$
$\frac{1}{4}o = \frac{1}{4}P(114)$	$\frac{1}{3}f = \frac{1}{3}\breve{P}\infty(013)$
$\frac{1}{5}o = \frac{1}{5}P(115)$	$\frac{2}{7}f = \frac{2}{7}\breve{P}\infty(027)$
$\frac{1}{6}o = \frac{1}{6}P(116)$	$\frac{1}{4}f = \frac{1}{4}\breve{P}\infty(014]$
$\frac{1}{7}o = \frac{1}{7}P(117)$	$\frac{2}{9}f = \frac{2}{9}\breve{P}\infty(029)$
$\frac{1}{8}o = \frac{1}{8}P(118)$	$d = \bar{P}\infty(101)$
$\frac{1}{9}o = \frac{1}{9}P(119)$	$\frac{1}{2}d = \frac{1}{2}\bar{P}\infty(102)$
$u = 3\breve{P}3(131)$	$\frac{1}{3}d = \frac{1}{3}\bar{P}\infty(103)$
$\frac{3}{2}\breve{P}3(132)$ (L.)	$\frac{2}{3}\bar{P}\infty(203)$ (L.)
$\frac{1}{3}u = \breve{P}3(133)$	$\frac{2}{5}\bar{P}\infty(205)$ (L.)
$\frac{1}{4}u = \frac{3}{4}\breve{P}3(134)$	$m = \infty P(110)$
$\frac{1}{6}u = \frac{1}{2}\breve{P}3(136)$	$\infty\breve{P}3(130)$ (L.)
	$c = 0P(000)$.

*) Min. Mittheil. von G. Tschermak, 1873, S. 215.

**) Pogg. Ann. Erg.-Bd. 6, 363.

***) Diese Zeitschr. 2, 191.

Die zur Berechnung dienenden Grundwerthe des Herrn G. vom Rath waren:

$$c : \frac{1}{2}o = 001 : 112 = 65^0 \text{ —}'$$
$$\frac{1}{2}o : \frac{1}{2}o' = 112 : 1\bar{1}2 = 50 \quad 49$$

und aus diesen resultirt das Axenverhältniss:

$$a : b : c = 0{,}5375 : 1 : 2{,}0305.$$

Eine wahrnehmbare Spaltung am Jordanit hat Herr G. vom Rath nach $\infty \breve{P} \infty (010)$ angegeben.

Der Meneghinit. Betreff dieses Minerals ist die vor Kurzem erschienene interessante Arbeit des Herrn Dr. Jos. Alexander Krenner*) derart erschöpfend, dass ich auf das weiter unten (S. 622) folgende Referat über dieselbe hinweisen kann. Es sind jedoch zwei Punkte, auf welche die Aufmerksamkeit gelenkt werden muss; zunächst die Spaltbarkeit. Herr Qu. Sella, der die Meneghinitkrystalle in krystallographischer Beziehung zuerst beschrieben und rhombisch gedeutet hat, giebt zwei Spaltungsrichtungen an: die eine, deutlichere nach $b(010)\infty \breve{P} \infty$ (Krenner) und die zweite nach $(001)0P$. G. vom Rath hat nur eine, sehr deutliche Spaltung nach $b(010)\infty \breve{P} \infty$ (Krenner) mitgetheilt und fügt noch hinzu, dass eine der Basis parallele Spaltung nicht beobachtet werden konnte. Herr Krenner dagegen hat nur die andere Spaltungsrichtung Sella's, nämlich die nach $0P(001)$ gefunden, welche er als gute bezeichnet; für die andere Sella'sche Spaltung giebt er keine Daten an. Wie hieraus ersichtlich, ist es wohl wünschenswerth, die sämmtlichen Spaltungen am Meneghinit noch durch weitere Versuche festzustellen.

Der zweite Punkt betrifft die Beobachtung des Herrn Krenner, dass die Fläche $x = \frac{1}{2}\breve{P}\infty(012)$ »manchmal im Sinne der Domenzone unter sehr stumpfem Winkel zwei- bis dreifach gebrochen ist, wodurch der x-Fläche ganz naheliegende vicinale Domenflächen entstehen, welche, beträchtlicher entwickelt, die eigentliche x-Fläche auch verdrängen können«. Diese Beobachtung ist deswegen wichtig, weil sie in der Reihe der anderen Gründe auch als ein Argument gegen die monosymmetrische Auffassung des Herrn G. vom Rath gilt; insbesondere wird dadurch der von Letzterem beschriebene Zwilling als einfacher Krystall erklärt.

Wenn wir nun auf Grundlage der aufgeführten Daten die krystallographische Analogie des Jordanit und Meneghinit aufzufinden versuchen, so geschieht dies am Zweckmässigsten in folgender Weise.

Zunächst habe ich die G. vom Rath'sche Stellung und Deutung des Jordanit aufrecht erhalten, lediglich deswegen, weil in einer anderen Stellung oder bei einer z. B. auf die Hälfte reducirten Verticalaxe nicht nur

*) l. c.

die Axenschnitte complicirter geworden, sondern auch der Ueberblick über die interessanten Beziehungen der einzelnen Formen unnöthigerweise erschwert worden wäre.

Den Meneghinit hingegen habe ich, ausgehend von der Stellung des Herrn Krenner, derart gewendet, dass Fläche $b = (010)\infty\breve{P}\infty$ des Meneghinit mit der Fläche $(100)\infty\bar{P}\infty$ am Jordanit, und andererseits Fläche $a = (100)\infty\bar{P}\infty$ am Meneghinit mit Fläche $c(001)0P$ des Jordanit zusammenfällt. Nach dieser Stellung entsprechen den Flächen des Meneghinit, berechnet aus den Beobachtungen des Herrn Krenner, die folgenden Zeichen:

Stellung nach Krenner:	neue Stellung:
$b = (010)\infty\breve{P}\infty$	$a = (100)\infty\bar{P}\infty$
$a = (100)\infty\bar{P}\infty$	$c = (001)0P$
$y = (011)\breve{P}\infty$	$y = (130)\infty\breve{P}3$
$t = (034)\frac{3}{4}\breve{P}\infty$	$t = (140)\infty\breve{P}4$
$x = (012)\frac{1}{2}\breve{P}\infty$	$x = (160)\infty\breve{P}6$
$n = (130)\infty\breve{P}3$	$\eta = (304)\frac{3}{4}\bar{P}\infty$
$l = (120)\infty\breve{P}2$	$l = (102)\frac{1}{2}\bar{P}\infty$
$g = (230)\infty\breve{P}\frac{3}{2}$	$g = (308)\frac{3}{8}\bar{P}\infty$
$m = (110)\infty P$	$m = (104)\frac{1}{4}\bar{P}\infty$
$k = (210)\infty\bar{P}2$	$k = (108)\frac{1}{8}\bar{P}\infty$
$v = (102)\frac{1}{2}\bar{P}\infty$	$v = (032)\frac{3}{2}\breve{P}\infty$
$w = (203)\frac{2}{3}\bar{P}\infty$	$w = (0.11.10)\frac{11}{10}\breve{P}\infty$
$u = (101)\bar{P}\infty$	$u = (034)\frac{3}{4}\breve{P}\infty$
$q = (122)\breve{P}2$	$q = (132)\frac{3}{2}P3$
$p = (111)P$	$p = (134)\frac{3}{4}\breve{P}3$
$d = (234)\frac{3}{4}\breve{P}\frac{3}{2}$	$d = (3.12.8)\frac{3}{2}\breve{P}4$
$o = (112)\frac{1}{2}P$	$o = (164)\frac{3}{2}\breve{P}6$
$s = (212)\bar{P}2$	$s = (168)\frac{3}{4}\breve{P}6$
$e = (214)\frac{1}{2}\bar{P}2$	$e = (1.12.8)\frac{3}{2}\breve{P}12$
$z = (414)\bar{P}4$	$z = (1.12.16)\frac{3}{4}\breve{P}12$

Die neuen Axenschnitte der einzelnen Formen erhalten hierdurch, wie ersichtlich, nicht wesentlich complicirtere Zahlenwerthe, insbesondere wenn man darauf achtet, dass entsprechend dem Jordanit die Axen ziemlich ungleiche Werthe besitzen, da $a : b : c$ ungefähr dem Verhältniss $1 : 2 : 4$ entspricht. Es ist nur die Form w, welche durch die complicirten Indices $(0.11.10)$ hiervon eine Ausnahme macht, aber die durch das untergeordnete Auftreten verursachte annähernde Messung des Herrn Krenner lässt vermuthen, dass dieselbe bei unserer Stellung wohl der Form $(011)\breve{P}\infty$ entsprechen dürfte.

Von denjenigen Formen, welche aus der Beschreibung des Herrn

G. vom Rath*) noch bei dieser Auffassung in Rechnung gezogen werden könnten, sind die folgenden zu erwähnen:

$$\pi = (510)\infty\bar{P}5$$
$$n = (3.18.8)\tfrac{9}{4}\breve{P}6,$$

wogegen die Flächen $\frac{1}{4}m$, $\frac{4}{7}m$ und $\frac{4}{5}m$ wegen ihrer Kleinheit und unvollkommenen Ausbildung ausser Betracht gelassen werden mussten. Dieselben stehen noch der Reihenfolge nach den Zeichen (205)$\frac{2}{5}\bar{P}\infty$ und (3.0.10)$\frac{3}{10}\bar{P}\infty$ am nächsten.

Der Meneghinit besitzt nun bei dieser Stellung die folgenden Formen, welche am Jordanit gleichfalls beobachtet worden sind:

Meneghinit:	Jordanit:
$c = (001)0P$	$c = (001)0P$
$l = (102)\frac{1}{2}\bar{P}\infty$	$\frac{1}{2}d = (102)\frac{1}{2}\bar{P}\infty$
$y = (130)\infty\breve{P}3$	$(130)\infty\breve{P}3$ (L.)
$q = (132)\frac{3}{2}\breve{P}3$	$(132)\frac{3}{2}\breve{P}3$ (L.)
$p = (134)\frac{3}{4}\breve{P}3$	$\frac{1}{4}u = (134)\frac{3}{4}\breve{P}3.$

Die diesbezüglichen Winkelwerthe — berechnet aus den Grundwerthen der Herren G. vom Rath und Dr. Krenner — sowie die der primären Gestalten sind wie folgt:

	Meneghinit:	Jordanit:	$d \pm$
001 : 102 =	62° 13′ 35″	62° 6′ 13″	—° 7′ 22″
100 : 130 =	55 34 —	58 11 36	2 37 36
001 : 132 =	73 25 —	74 24 36	— 59 36
001 : 134 =	59 13 21	60 52 —	1 38 39
100 : 101 =	14 45 9	14 49 34	— 4 25
010 : 011 =	28 26 20	26 13 —	2 13 20
100 : 110 =	25 55 47	28 15 24	2 19 37

Diese Werthe zeigen an, dass die Makrodomen fast innerhalb der Fehlergrenzen an beiden Mineralien dieselben Winkelwerthe erhalten haben, die Brachydomen und Prismen dagegen stärker verändert worden sind, und zwar auf die Art, dass der stumpfe Winkel des ersten Prismas am Meneghinit noch stumpfer geworden ist, der stumpfe Winkel des primären Brachydomas aber an demselben Mineral spitzer wurde. Dies entspricht wohl einer Verlängerung der Axe b des Jordanit im Vergleich zum Meneghinit, wie dies auch die Axenverhältnisse zeigen:

	$a : b : c$
Jordanit	0,5375 : 1 : 2,0305
Meneghinit	0,4862 : 1 : 1,8465.

*) Pogg. Ann. 182, 372.

Da nun die Differenz dieser Zahlen für die Axen $\underline{a}$ und $\underline{c}$ 0,0513 und 0,1840 ergiebt, welche je dem zehnten Theile der a- und c-Axe des Jordanits entsprechen, so ist auch klar, dass bei dieser Stellung beider Mineralien die Axe b des Jordanits um $\frac{1}{10}$ ihrer ursprünglichen Länge im Meneghinit durch das Eintreten des Antimons an Stelle des Arsens verlängert wurde.

Auf goniometrischem Standpunkte wäre auf diese Art die Isomorphie des Jordanits und Meneghinits vollkommen evident. Was nun die weiteren Aehnlichkeiten anbelangt, so liegt es zwar auf der Hand, dass diese Mineralien etwas abweichenden Habitus besitzen, jedoch eine gewisse Analogie trotzdem auch in dieser Beziehung zu Tage tritt. Denn beide sind nach $c = (001)0P$ mehr oder minder tafelförmig, welche Form an beiden als die vorherrschende bezeichnet werden kann, nur ist der Meneghinit noch in der Richtung der Makroaxe beträchtlich verlängert. Betreffs der einzelnen Combinationen besteht der Unterschied hauptsächlich darin, dass, während beim Jordanit die Reihe der primären Pyramiden, sowie die der Brachydomen gewöhnlich den ganzen Habitus charakterisirt, bei dem Meneghinit hingegen die ersteren gänzlich fehlen, die letzteren wieder nur spärlich und untergeordnet erscheinen. Der Meneghinit weist aber eine Reihe von Makrodomen auf, welche bei dem Jordanit gar nicht stark entwickelt vorkommen, und die Endigung wird am ersteren Mineral von ziemlich seitwärts stehenden Brachypyramiden charakterisirt, welche im Gegentheil am Jordanit zurückzutreten pflegen. Am Jordanit gehören ausserdem die Prismen zu den am wenigsten entwickelten Formen, wogegen dieselben am Meneghinit recht gut ausgebildet erscheinen.

Aehnlich wie G. vom Rath am Jordanit beobachtet hat, nähern sich am Meneghinit in gewissen Zonen manche Winkelwerthe einander, so z. B.

$$\left.\begin{array}{l} c : u = 001 : 034 = 54^{\circ}10'30'' \\ a : y = 100 : 130 = 55\ 34\ - \\ c : g = 001 : 308 = 54\ 56\ - \end{array}\right\} \quad \left.\begin{array}{l} b : v = 010 : 032 = 19\ 51\ \ 8 \\ b : x = 010 : 160 = 18\ 55\ 15 \\ a : \eta = 100 : 304 = 19\ 20\ 46 \end{array}\right\}$$

Alle diese Umstände tragen dazu bei, dass die krystallographische Analogie des Jordanit und Meneghinit im ersten Augenblick nicht so auf der Hand liegend erscheint.

Herr Krenner fand — wie bereits früher erwähnt wurde — in der Zone seiner Brachydomen in der Nähe von x (etwas über 1° in dem einen oder anderen Sinne geneigt) vicinale Formen. Dass dieselben nach den orientirungshalber mitgetheilten Winkelwerthen wirklich als Formen mit

höchst complicirten und doch denen einer einfachen Form nahestehenden Indices, also als typische vicinale Formen angesehen werden können, ist sofort klar, wenn wir in Betracht ziehen, dass nach seiner Stellung:

$$y = (011)\breve{P}\infty$$

und

$$x = (012)\tfrac{1}{2}\breve{P}\infty,$$

wobei

$$b : y = 010 : 011 = 55^0\ 34'\ \text{—}''$$

$$b : x = 010 : 012 = 71\quad 4\quad 45.$$

Diese Erscheinung führt jedoch bei unserer Aufstellung zu einer viel einfacheren Auffassung, wie dies die folgende Tabelle aufweist. Hier sind nämlich einige Brachyprismen für die Neigungen zu $\underline{a}$ berechnet und verglichen mit den beobachteten Werthen des Herrn Krenner:

	Berechnet:	Gefunden Krenner:	$d \pm$
100 : 150 =	67°38′ 26″	68° 4′ —″	—°25′ 34″
		69 32 —	— 2 11
100 : 2.11.0	69 29 49	69 38 —	— 8 11
		69 54 —	— 24 11
100 : 160	71 4 45	70 56 —	— 8 45
		71 8 —	— 3 15
100 : 2.13.0	72 26 30	72 2 —	— 24 30

Auch diejenige mit p bezeichnete Fläche des Herrn G. vom Rath an seinem für einen monosymmetrischen Zwilling gedeuteten und bei seiner Auffassung als Grundlage dienenden Krystalle, welche Herr Krenner ausgehend von seinen Beobachtungen mit vollem Rechte als eine vicinale erklären musste, stimmt für (2.11.0) genügend überein, da aus den Messungen des Herrn G. vom Rath folgt:

	Berechnet:	Beob. vom Rath:	d
100 : 2.11.0 =	69° 29′ 49″	68° 59′ 15″	—° 30′ 34″

Diese Zahlen sprechen dafür, dass man bei dieser Stellung hier überhaupt nicht mit vicinalen Formen zu thun hat, denn die Differenzen zwischen Rechnung und Beobachtung liegen gewiss innerhalb der Fehlergrenzen der angeführten Messungen und die Axenschnitte sind auch keinesfalls allzu complicirte Zahlen. Sie zeigen sogar eine weitere Aehnlichkeit zwischen Jordanit und Meneghinit, da auf diese Art bei dem letzteren auch die Neigung zu Tage tritt, eine continuirliche Reihe einander naheliegender Formen hervorzubringen.

Damit wäre auch meines Wissens zum ersten Male gezeigt, dass »echte« vicinale Formen durch eine passendere Wahl des Axensystems auf Formen mit einfachen Axenschnitten reducirt werden können. Dies mag

nicht ohne theoretisches Interesse sein, denn das Auftreten von vicinalen Formen ist im Allgemeinen mit unserer Krystalltheorie nicht strenge vereinbar, so dass deren wirkliche Existenz gegenüber einer strengen Kritik wohl noch zu prüfen sein sollte.

Schliesslich kann noch erwähnt werden, dass bei der vorgeschlagenen Stellung die brachypinakoidale Spaltung des Meneghinit mit der Spaltung nach *b* des Jordanit zusammenfällt. Auch Herr Loczka fand (in der erwähnten Arbeit des Herrn Krenner) 0,23 % Arsen in dem Meneghinit von Bottino, so dass aus den sämmtlichen hier aufgeführten Daten wohl geschlossen werden darf, dass die Isomorphie des Jordanit und Meneghinit als eine vollständige angesehen werden muss.

Budapest, den 2. Januar 1884.

XXXIV. Auszüge.

---

1. **Jos. Alex. Krenner** (in Budapest): **Ueber den Meneghinit von Bottino** (Földtani Közlöny, XIII. Jahrgang, 1883, S. 297). Die vom Verf. untersuchten Krystalle des genannten Minerales stammen von einer Prachtdruse, welche Herr Andor von Semsey dem ungarischen National-Museum verehrte. Die Beschaffenheit der Krystalle setzte Herrn Krenner in den Stand, durch goniometrische Untersuchungen festzustellen, dass der Meneghinit im rhombischen, und nicht — wie bisher nach Herrn G. vom Rath allgemein angenommen wurde — im monosymmetrischen Systeme krystallisire. Dadurch sind die höchst complicirten Indices des Herrn G. vom Rath in natürlicher Weise auf die nächststehenden einfachen Zahlen reducirt worden, und die sämmtlichen Formen des Meneghinit besitzen nun die folgenden Zeichen (wo die in Klammern stehenden Buchstaben diejenigen von G. vom Rath sind):

a =	$(100)\infty\bar{P}\infty$	. (b)	x =	$(012)\frac{1}{2}\breve{P}\infty$	. $\begin{Bmatrix} x \\ p \end{Bmatrix}$
b =	$(010)\infty\breve{P}\infty$	. (a)	— =	$(034)\frac{3}{4}\breve{P}\infty$	. (t)
n =	$(130)\infty\breve{P}3$	. (m)	y =	$(011)\breve{P}\infty$	. $\begin{Bmatrix} 2p \\ 2x \end{Bmatrix}$
l =	$(120)\infty\breve{P}2$	. $(\frac{2}{3}m)$	p =	$(111)P$	. —
g =	$(230)\infty\breve{P}\frac{3}{2}$	. $(\frac{1}{2}m)$	o =	$(112)\frac{1}{2}P$	. (o)
m =	$(110)\infty P$	. $(\frac{1}{3}m)$	d =	$(234)\frac{3}{4}\breve{P}\frac{3}{2}$	. (d)
k =	$(210)\infty\bar{P}2$	. —	q =	$(122)\breve{P}2$	. —
v =	$(102)\frac{1}{2}\bar{P}\infty$	. —	s =	$(212)\bar{P}2$	. (s)
w =	$(203)\frac{2}{3}\bar{P}\infty$	. —	e =	$(214)\frac{1}{2}\bar{P}2$	. (e)
u =	$(101)\bar{P}\infty$	. —	z =	$(414)\bar{P}4$	. —

Das Axenverhältniss wurde aus den Grundwerthen

$$b : y = 010 : 011 = 55^0\ 34'$$
$$q : y = 122 : 011 = 16\ \ 35$$

berechnet zu:

$$a : b : c = 0{,}9494 : 1 : 0{,}6856.$$

Einige der gemessenen und berechneten Winkel sind, wie folgt:

		Beobachtet:	Berechnet:
$b : x$	= 010 : 012 =	71° 5′	71° 5′
$b : q$	= 010 : 122	57 5	57 11
$b : d$	= 010 : 234	64 9	64 11
$b : o$	= 010 : 112	72 14*)	72 8

*) Dies ist wohl als Druckfehler: 71° 14′ angegeben.

		Beobachtet:	Berechnet:
$b : e$	= 010 : 214	80° 55′	80° 51′
$a : v$	= 100 : 102	70 8	70 9
$v : b$	= 102 : 010	90 4	90 0
$u : u'$	= 101 : $\bar{1}$01	—	71 39
$t : b$	= 034 : 010	—	62 47
$p : b$	= 111 : 010	61 1	60 56
$s : b$	= 212 : 010	74 37	74 28
$z : b$	= 414 : 010	82 17	82 6
$k : b$	= 210 : 010	64 25	64 36
$m : b$	= 110 : 010	46 17	46 29
$g : b$	= 230 : 010	35 22	35 4
$n : b$	= 130 : 010	19 30	19 21

Die Krystalle hatten eine Länge von 3 mm bis 4 cm bei einer Dicke von 0,5—3 mm. Die Prismen sind meistens von stark gestreiften Flächen gebildet und deren Neigungen sind grossen Schwankungen unterworfen, verursacht durch das Auftreten von vicinalen Formen. Die Domenflächen zeigen oft eine feine Streifung in einer zur Axe $\underline{a}$ parallelen Richtung, während $y(011)\breve{P}\infty$ meist tadellos ausgebildet ist und $x(012)\frac{1}{2}\breve{P}\infty$ dagegen vicinale Flächen aufweist, welche beträchtlicher entwickelt, manchmal sogar vorherrschen können. Verf. fand an einigen Krystallen für die Neigung solcher vicinalen Formen zu $b(010)$ $\infty\breve{P}\infty$: 68° 4′, 69° 32′, 69° 38′, 69° 54′, 70° 56′, 71° 8′, 72° 2′, wogegen die berechnete Neigung für $b : x = 010 : 012 = 71° 5'$ aufweist.

Spaltung nach $c(001)0P$ gut; von Zwillingsverwachsungen konnte nichts bemerkt werden. Die Krystalle sind selten symmetrisch ausgebildet, namentlich erscheint zuweilen eine einzige Domafläche als Endigung; von den Domen können $x(012)$ und $y(011)$ als herrschende betrachtet werden, während alle übrigen terminalen Formen mehr oder minder untergeordnet sind; $b(010)$ ist gut, wogegen $a(100)$ schlecht ausgebildet.

Nach der Vergleichung mit der monosymmetrischen Auffassung des Herrn G. vom Rath wendet sich Verf. zu der Isomorphie des Meneghinits mit dem Jordanit und findet, dass die meiste Uebereinstimmung beider Mineralien noch dann erscheint, wenn man nach G. vom Rath's Angaben (Pogg. Ann. **122**, 387) den Jordanit gegen den Meneghinit so wendet, dass Fläche $\underline{b}$ Jordanit auf $\underline{b}$ Meneghinit und Fläche $\underline{c}$ Jordanit auf $\underline{a}$ Meneghinit fällt, denn dann sind die Spaltungsflächen $\underline{b}$ gemeinsam — dieselbe angegeben für den Meneghinit von Sella —, das Prisma $\underline{m}$ des Jordanits entspricht der vom Rath'schen Fläche $\underline{t}$ des Meneghinits und Fläche $\frac{1}{2}f$ des Jordanits der Prismenfläche $\underline{m}$ des Meneghinits. Die diesbezüglichen Winkel sind:

Meneghinit:	Jordanit:
$b : t = 62° 47'$	$b : m = 61° 44\frac{1}{2}'$
$b : m = 46\ 29$	$b : \frac{1}{2}f = 44\ 34$

Diese Beziehung findet Verf. complicirt, da $t = 034$, weist aber auf den nach ihm nicht einfacheren Fall bei dem Auripigment und Antimonit hin [? der Referent].

Um schliesslich noch die Identität des untersuchten Minerales mit jenem des Herrn G. vom Rath sicher zu stellen, hat Verf. dasselbe durch Herrn J. Loczka im chemischen Laboratorium des Prof. Ludwig einer quantitativen Analyse unterziehen lassen, welche die genügende Uebereinstimmung bewiesen hat. Herr Loczka fand nämlich:

		Berechnet:
Pb	61,05	63,89
Ag	0,11	—
Cu	2,83	—
Sb	16,80	18,83
As	0,23	—
S	17,49	17,28
Fe	0,30	—
	98,81	100,00

Spec. Gewicht = 6,432.

Es ist nur zu bemerken, dass der etwas niedrige Gehalt an Antimon nach Herrn Loczka seinen Grund darin hat, dass etwas von der Schwefelantimon enthaltenden Flüssigkeit wegspritzte.

Ref.: A. Schmidt.

2. G. Wyrouboff (in Paris): **I. Optische Eigenschaften der isomorphen Mischungen** (Remarques à propos des propriétés optiques des mélanges isomorphes. Bull. Soc. Min. de France **3**, 69—75, 1880).

II. Krystallographische Analogieen der Sulfate und Chromate des Natriums (Sur les analogies cristallographiques des sulfates et chromates de soude. Ebenda, 75—82).

III. Erwiderung an Herrn Arzruni (Réponse à quelques critiques de Mr. Arzruni. Ebenda, 128—132).

IV. Ueber geometrische Beziehungen bei einigen Alkalichromaten (Sur les rapports géom triques qui existent entre plusieurs chromates alcalins. Ebenda, 136—150).

V. Ueber geometrische Beziehungen bei einigen Alkalisulfaten (Sur les rapports géométriques qui existent entre plusieurs sulfates alcalins. Ebenda, 198—211).

VI. Tri- und Tetrachromate des Kaliums und Ammoniums (Un cas curieux de mélanges isomorphes. Trichromates et tetrachromates de potasse et d'ammoniaque. Ebenda, **4**, 17—25, 1881).

VII. Die Orientirung der wasserfreien neutralen und sauren Chromate des Kaliums, Rubidiums, Ammoniums und Natriums (De l'orientation des chromates anhydres neutres et acides de potassium, de rubidium, d'ammonium et de sodium. Ebenda, 120—135).

VIII. Einige Bemerkungen zu einer Arbeit des Herrn Fock (Quelques remarques sur un mémoire de Mr. Fock. Ebenda, **5**, 32—35, 1882).

IX. Ueber einige alkalische Doppelsulfate (Sur quelques sulfates alcalins doubles. Ebenda, 35—43).

X. Ueber die Dispersion beim Natriumchromat mit $4H_2O$ (Sur la dispersion du chromate de soude à $4H_2O$. Ebenda, 160—161 *)).

*) Die obigen Ueberschriften der hier besprochenen Arbeiten des Herrn Wyrouboff, welcher, wie bekannt, seine wissenschaftliche Thätigkeit der letzten Jahre hauptsächlich in der Aufgabe concentrirt hat, die Beziehungen, welche zwischen den geometrischen und physikalischen Eigenschaften der Krystalle und ihrer chemischen Zusammensetzung bestehen, zu studiren, sind in chronologischer Reihenfolge aufgeführt. Dem Inhalte nach berühren sie sich aber in so vielen Punkten, dass eine gemeinschaftliche Besprechung derselben geboten erschien, besonders was die Schlussfolgerungen betrifft,

I. Nach einigen einleitenden Betrachtungen über den wechselnden Grad der Genauigkeit, welche die chemische Analyse gewährt, und den relativen Werth, welcher den Messungen des optischen Axenwinkels beizulegen ist, theilt Verf. die Resultate mit, welche ihm verschiedene Mischungen der Vitriole der Eisen-Magnesium-Reihe (mit $7H_2O$) in chemischer und optischer Beziehung geliefert haben. Bei den Axenwinkelwerthen vergleicht Verf. blos die von ihm selbst gemachten Beobachtungen mit einander, da die die reinen Salze betreffenden Angaben verschiedener Beobachter soweit auseinander gehen, dass sie die Grenzen, innerhalb welcher die Werthe von einer Mischung zur anderen schwanken, weit übersteigen, z. B. werden für $MgSO_4 + 7H_2O$ angegeben:

$2E = 79^0\ 2'$ Miller
$= 78\ 18$ Topsöe und Christiansen
$= 78\ 11$ Des Cloizeaux
$= 77\ 45$ Wyrouboff*).

Das Variiren des Axenwinkels innerhalb einer Reihe von Mischungen zweier Salze geht etwas über 3^0 (vergl. Tabelle), während die Einzelbeobachtungen an Krystallen einer und derselben Mischung höchstens Abweichungen von $10'$ darboten.

Die folgende Tabelle bezieht sich auf die rhombischen Mischungen der Vitriole, wie sie sich blos bei einer unterhalb 25^0 liegenden Temperatur bilden, während höhere Temperaturen der Lösungen nur noch monosymmetrische Krystalle erzeugen. Ist der *Co*-Gehalt in einer Mischung von *Ni*-*Co*-Salz 67 %, so bildet sich die Verbindung mit $6H_2O$, welche auch bei 50—70^0 entsteht; 77 % *Co* liefert das Salz mit $7H_2O$ in der monosymmetrischen Form. Die Werthe der Axenwinkel beziehen sich auf rothes Licht**).

Fe, Ni		*Fe, Zn*		*Fe, Mg*		*Co, Ni*		*Co, Zn*		*Co, Mg*	
% *Fe*	$2E$	% *Fe*	$2E$	% *Fe*	$2E$	% *Co*	$2E$	% *Co*	$2E$	% *Co*	$2E$
0	64° 41′	0	71° 3′	0	77° 45′	0	64° 41′	0	71° 3′	0	77° 45′
5,5	63 1	7,19	69 55	7,59	77 0	36,19	63 35	25,19	68 28	28,68	74 52
11,8	63 0	9,28	69 8	9,90	76 35	38,8	63 0				
21,7	62 30			17,07	75 45	39,33	61 52				
				20,30	74 28						

zu denen der Verf. geführt wird. — Manche der späteren Arbeiten dienen häufig als Ergänzungen oder Berichtigungen der vorangegangenen und mussten deren Resultate zweckmässig zusammen erwähnt werden. — Soweit das vorliegende Referat eine Wiedergabe von einander unabhängiger neuer, von Herrn Wyrouboff herrührender Thatsachen ist, wurde die chronologische Reihenfolge eingehalten; wo es aber zweckmässig erschien, Thatsachen oder Schlussfolgerungen aus einer späteren (oder auch vorangegangenen) Arbeit zu entnehmen, oder solche einander gegenüber zu stellen, geschah dies unter Citirung der betreffenden Arbeit durch Anführung der römischen Zahl, welche der Ueberschrift vorgesetzt ist. Der Ref.

*) Diese bedeutenden Abweichungen rühren, wie Verf. bemerkt, theils vom Grade der Genauigkeit der Beobachtung resp. der Instrumente, theils von dem Umstande her, dass die Farbe und die Temperatur, für welche die Zahlen gelten sollen, nicht durchweg dieselben waren, was nicht immer angegeben worden ist.

**) Eine bemerkenswerthe Thatsache, auf welche Herr Wyrouboff nicht aufmerksam macht, ergiebt sich aus allen sechs Reihen der Tabelle, dass nämlich die Zunahme der Menge eines der für sich in der monosymmetrischen als stabilen Form krystallisirenden Salze (*Fe*-, resp. *Co*-Vitriol) in der Mischung mit einem für sich in rhombischer als stabiler Gestalt auftretenden Salze (*Mg*-, *Zn*- oder *Ni*-Vitriol) die ursprüngliche Grösse des Axenwinkels dieses letzteren durchweg vermindert. Der Ref.

II. und X. Von den Sulfaten des Natriums sind bekannt:

1) Na_2SO_4 — nat. Thenardit, rhombisch.

2) $Na_2SO_4 + 7H_2O$, nach **de Marignac** rhombisch (vielleicht tetragonal) mit den Formen 110, 010, 310, 011, 013 *). Nach **Wyrouboff** einaxig, also tetragonal; Doppelbrechung positiv. Spaltbarkeit nach (010) von **de Marignac**, also nach der tetragonalen Basis, 001.

3) $Na_2SO_4 + 10H_2O$ — Glaubersalz, monosymmetrisch.

Von den Chromaten werden angegeben:

1) Na_2CrO_4, welches mit Na_2SO_4 isomorph sein und sich bei 30° bilden soll. Bei dieser Temperatur (d. h. 30—45°) erhielt **Wyrouboff**

2) $Na_2CrO_4 + 2H_2O$ und vermuthet daher einen Irrthum in den früheren Angaben. (Ueber die Eigenschaften dieses Salzes vergl. diese Zeitschr. 4, 419.)

3) $Na_2CrO_4 + 4H_2O$ (**Gernez**), krystallographisch bisher noch nicht untersucht. Entsteht aus einer concentrirten Lösung von Natriumchromat unter Abdampfen bei constanter Temperatur von 25—29° in grossen, etwas zerfliesslichen Krystallen; giebt $2H_2O$ bei 110° ab, das übrige Wasser bei etwa 250°, ohne sich vollkommen zu zersetzen. Zusammensetzung:

	Theorie:	Versuch:
CrO_3	42,83	41,75
Na_2O	26,45 **)	—
$4H_2O$	30,72	32,43

Die gefundenen Werthe stimmen besser mit $Na_2CrO_4 + 4\frac{1}{2}H_2O$. Den Ueberschuss an Wasser schreibt Verf. jedoch eingeschlossenem und auch hygroskopischem Wasser zu und sieht die Formel mit $4H_2O$ für die wahrscheinlichere an. — Monosymmetrische, nach der Axe a langgezogene Krystalle. Beobachtete Gestalten: 001, 110, 210, 100, 011, 012, 021, 221, 22$\bar{1}$, 112, 211, 21$\bar{1}$, 21$\bar{2}$. Keine Spaltbarkeit. Häufig Zwillinge nach 001. Die Flächen matt, gestreift, schlecht messbar.

$$a : b : c = 1{,}1064 : 1 : 1{,}0866 = 1 : 0{,}9040 : 0{,}9823$$
$$\beta = 75^0\ 7'.$$

	Berechnet ***):	Gemessen:
110 . 100	—	*46° 55'
210 . 100	28° 8'	28 21
001 . 100	—	*75 7
001 . 011	—	*46 24

*) Im Original (S. 75, Z. 6 v. u.) ist irrthümlich angegeben: (301) resp. $e^{\frac{1}{3}}$. Da in Frankreich bei den Indices die Reihenfolge der Axen im rhombischen System b, a, c angenommen wird, so müsste es heissen: (103), und auch nicht $e^{\frac{1}{3}}$, sondern e^3. — In Folge nunmehr erkannter tetragonaler Symmetrie würden 110 und 011 der Form (111), 310 und 013 der Pyramide 331 und endlich 010 der Basis 001 entsprechen. Der Ref.

**) Im Original durch Druckfehler: 86,45. Darin ist ferner zu setzen: S. 77, Z. 17 v. o. statt $b^1 = (\bar{1}12) — b^{\frac{1}{3}}(22\bar{1})$; Z. 18 statt $y = b^1 b^{\frac{1}{3}} h^1(21\bar{1}) — b^1 b^{\frac{1}{3}} h^{\frac{1}{3}}(21\bar{2})$; hinter z — $b^1 b^{\frac{1}{3}} h^1(21\bar{1})$; bei der Aufzählung der beob. Formen ist $e^2(012)$ vergessen worden; in der Figur ist statt d^1, b^1, $d^{\frac{1}{3}}$, $e^{\frac{1}{2}}$, e^2 zu setzen: $d^{\frac{1}{3}}$, $b^{\frac{1}{3}}$, d^1, e^2, $e^{\frac{1}{2}}$; S. 78, Z. 14 v. u. statt »du plan des axes« soll es heissen: »de la bissectrice obtuse«. In der Winkeltabelle statt: $e^{\frac{1}{2}}$, e^2, $d^{\frac{1}{3}}$, d^1, b^1, zu setzen: e^2, $e^{\frac{1}{2}}$, d^1, $d^{\frac{1}{3}}$, $b^{\frac{1}{3}}$. S. 79, Z. 3 von oben statt (112) — (11$\bar{2}$). Der Ref.

***) Die zum Theil unrichtigen Zahlen des Originals sind hier corrigirt. Der Ref.

	Berechnet:	Gemessen:	
001 . 012	27° 42′	27° 25′	
001 . 021	64 32	66	approximativ
001 . 112	32 9	32 40	
001 . 221	62 1	62 33	
001 . 1̄12	80 43½	80	approximativ
001 . 211	55 16	55	approximativ
001 . 2̄12	54 58½	56 1	
001 . 2̄11	77 8½	77 1	

In den beiden Zonen [100 . 010] und [001 . 010] ist eine gewisse Aehnlichkeit der Winkel unverkennbar.

Ebene der optischen Axen — Symmetrieebene. Auffallend starke Dispersion der Mittellinien und geneigte Dispersion, welche auf der Tafel zu X abgebildet ist*). In einem künstlichen Zwilling nach (001), geschliffen parallel (010), ist die

		Roth:	Grün:
Neigung der 1. Mittellinie zu (100) im stumpfen Winkel	β	+ 4° 32′	+ 7° 4′
Neigung der 2. Mittellinie zu (001) im stumpfen Winkel	β	+ 10 21	+ 7 49
Eine Platte normal zur 1. Mittellinie zeigt	$2E$	= 16 10	36 22

Die erste Mittellinie ist positiv.

Die Verbindung $Na_2CrO_4 + 7H_2O$ gelang es nicht zu erhalten.

4) $Na_2CrO_4 + 10H_2O$; isomorph mit dem Sulfat (Brooke). Beobachtet wurden: (001), (100), (010), ferner sehr klein (110) und (11$\bar{2}$)**). Die optischen Eigenschaften konnten blos approximativ bestimmt werden, da die Krystalle schon durch die Temperatur der Hand schmelzen. Optische Axenebene parallel

*) Da mir durch die Güte des Herrn Wyrouboff eine Platte normal zur ersten Mittellinie zu Gebote steht, so ist mir auch aus eigener Anschauung das entschieden auffallende Interferenzbild, welches sehr getreu in der erwähnten Tafel wiedergegeben ist, bekannt geworden. Die geneigte Dispersion ist eine sehr ausgesprochene, zugleich aber erinnert das Interferenzbild an dasjenige des Brookits in Folge einer sehr analogen Farbenvertheilung, die unwillkürlich auch hier dieselbe Erscheinung der gekreuzten Ebenen der optischen Axen vermuthen lässt. Dies hat sich auch in der That bestätigt gefunden. Operirt man nämlich nicht mit einem rothen Glase, durch welches ein beinahe einaxiges Bild durchgelassen wird, sondern mit Lithiumlicht, so sieht man den Axenwinkel sich in einer normal zur Symmetrieebene gelegenen Ebene öffnen.

Da das Präparat sich im horizontalen Polarisationsinstrument nicht anbringen liess, ohne auf eine andere Glasplatte übertragen zu werden, wobei dasselbe sicher leiden würde, so begnügte ich mich mit einer approximativen Bestimmung des Axenwinkels im verticalen Instrument, dessen Mikrometer-Theilstriche 5° 30′ entsprechen. Ich fand:

$2E_{Li}$	= 2 Theilstriche	= 11°	in einer Ebene normal zu (010)
$2E_{Na}$	= 4½ -	= 24 45′	in der Ebene (010)
$2E_{Tl}$	= 6½ -	= 35 48	- - - -

Der Ref.

) Diese letzte Form ist bei Brooke, wie Herr Wyrouboff bemerkt, nicht angegeben (vergl. Ann. of philos. **22, 287, 1823), dagegen führt sie Herr Rammelsberg an (Handb. krystallogr. Chem. 1855, 190 und Handb. der krystallogr.-physikal. Chem. Abth. I, 1881, 598). Brooke führt allerdings eine Form $g(\bar{h}kl)$ auf, giebt aber derselben, ebensowenig wie allen übrigen, ein Symbol. Nach seiner Zeichnung gehört die Fläche g den Zonen [1̄00 . 011] und [001 . 1̄10] an, woraus (1̄11) folgen würde. Allein der aus dem Axenverhältniss für 1̄11 . 001 berechnete Winkel stimmt nicht mit Brooke's gP überein, dessen Werth annähernd auf 221 . 001 passt. Herr Rammelsberg hat den Krystallen eine andere Stellung gegeben, indem er die Axen a und c vertauschte. In seinen beiden citirten Werken ist aber statt $p : c$ zu lesen: $q : a$. Der Ref.

(010); zweite Mittellinie fast normal auf (001), also die erste positive Mittellinie circa 18° gegen die Normale zu (100) im stumpfen Winkel β geneigt.

	Roth:	Grün:
$2H_a$	82° 30′	81° 25′
$2H_0$	94	96 20
daraus $2V$	83 56	82 20

Geneigte Dispersion undeutlich.

Alle diese Salze besitzen miteinander gewisse geometrische Analogieen, welche sich in einer oder mehreren Zonen kundgeben.

Zonenwinkel		$Na_2CrO_4 + 10H_2O$	$Na_2SO_4 + 10H_2O$	$Na_2SO_4 + 7H_2O$	$Na_2CrO_4 + 4H_2O$	$AmNaSO_4 + 2H_2O$	$AmNaCrO_4 + 2H_2O$	Am_2CrO_4	Na_2SO_4
100.010	110.$\bar{1}$10	86° 40′	86° 31′	—	86° 40′	—	—	—	—
	120.$\bar{1}$20	—	50 24	—	—	51° 50′	51° 6′	50° 15′	50° 40′
001.100	102.100	—	47 56	45°—47° (001.111)	—	—	—	—	—
	10$\bar{2}$.100	—	75 19	—	—	—	—	—	—
	001.100	72 17	72 15	71°—73° (001.113)	75 7	—	—	—	—
001.010	011.001	49 52	49 42	—	46 24	—	—	—	—
	021.001	—	67 2	—	64 32	—	—	—	—
Spaltbarkeit		—	(100)	(100)	—	(120)	(120)	(100)	(100)

Erklärung zu der Tabelle. Das hier mit aufgenommene $Na_2CrO_4 + 10H_2O$ ist in der Originaltabelle nicht aufgeführt. Bei $Na_2SO_4 + 7H_2O$ ist (wie im Original) zum besseren Vergleich, die Hauptaxe horizontal gestellt und nach vorn gekehrt, so dass 001 zu 100 geworden; dabei zeigt sich eine Aehnlichkeit zwischen (102.100) resp. (001.100) der Salze mit $10H_2O$ einerseits und den Werthen (001.111) resp. (001.113) des Sulfates mit $7H_2O$ andererseits. Die vier letzten Körper sind um 90° um die Verticalaxe gedreht und für ihre ursprünglich als primär angenommenen Prismen das Zeichen (120) gewählt, in Folge der Uebereinstimmung ihrer Winkel mit denjenigen des Prismas (120) beim Sulfat mit $10H_2O$ *).

IV. Von den Chromaten des Kaliums und Ammoniums sind folgende bekannt:

Kaliumsalze: 1) das Trichromat $= K_2Cr_3O_{10}$, monosymmetrisch.

$$a : b : c^{**)} = 0,8437 : 1 : 0,8318, \quad \beta = 79^0\ 0'.$$

*) In der Tabelle des Originals ist in Col. 2 g^3g^3 statt h^3h^3 zu setzen; in Col. 4 87° 20′ und 75° 7′ zu streichen und letztere Zahl in die nämliche Horizontalreihe der Col. 5 einzusetzen. In Col. 5 ist auch statt 133° 30′ resp. 113° 48′ zu lesen: 133° 36′ resp. 115° 28′. Der Ref.

**) Im Original bedeutet a die Verticale, b die Klino- resp. Brachyaxe und c die Ortho- resp. die Makro- oder im Allgemeinen die von links nach rechts verlaufende Axe. Dagegen ist bei den Indices die Reihenfolge wie die bei uns gebrauchte (bis auf das rhombische System, wo zuerst die Makro-, dann die Brachydiagonale kommt). Diese Inconsequenz ist entschieden zu bedauern. Es wäre wünschenswerth, wenn die krystallographischen Bezeichnungen, die ja schliesslich nichts anderes sind als mehr oder minder rationelle Abkürzungen, nicht als Mittel zur Verdunkelung des Sinnes der Thatsachen dienten. Hinsichtlich der Lévy'schen Bezeichnung muss auch bemerkt werden, dass sie sich überlebt hat, denn selbst in Frankreich wird sie jetzt nur noch von Wenigen richtig angewendet. Manche Fehler mögen als Druckfehler aufgefasst werden, doch ist die grosse Anzahl derselben ebenfalls ein Beweis für die obige Behauptung: die Zeichen Lévy's haben aufgehört geläufig zu sein, was auch dazu beiträgt, dass so viele Druck- oder auch Schreibfehler unbeachtet bleiben. — Wäre es nicht zweckmässiger, aufrichtig zu der Miller'schen Bezeichnung überzugehen? Der Ref.

Beobachtete Formen: 110, 010, 210, 100, 011, 012, $\bar{2}12$.

$110 . 1\bar{1}0 = 79^0 16'$. Spaltbarkeit nach (010). Optische Axenebene normal zu (010), gegen die Axe c unter — $29^0 18'$, gegen die Axe a unter — $49^0 42'$ geneigt. Die Axe b erste positive Mittellinie, $2H_a = 106^0 40'$. Eine senkrecht zu 010 geschliffene Platte, deren Lage fast mit 101 übereinstimmte, zeigte den stumpfen Axenwinkel selbst in Oel undeutlich*).

2) Das Bichromat $= K_2Cr_2O_7$. Asymmetrisch. ($a > b$ angenommen zum bequemeren Vergleich mit dem monosymmetrischen, entsprechenden Am-Salz.)
$a : b : c = 1,0116 : 1 : 1,8145$, $\alpha = 82^0 0'$, $\beta = 83^0 47'$, $\gamma = 89^0 8\frac{1}{2}'$. (Es sind Supplementwinkel der im oberen rechten Octanten gelegenen.) $110 . 1\bar{1}0 = 90^0 54'$.

3) Normales Chromat $= K_2CrO_4$. Rhombisch.

$$a : b : c = 0,7802 : 1 : 1,3704.$$

Die hier gewählte Aufstellung ist nicht die beim analogen Sulfat gebräuchliche: die Axen b und c sind vertauscht, 010 ist zu 001 und 110 zu 101 geworden. Die Spaltbarkeit ist nach 010 und 001. Beobachtete Formen: 001, 010, 101, 011, 012, 111. — $110 . 1\bar{1}0 = 75^0 55\frac{1}{2}'$.

Ammoniumsalze: 1) das Trichromat $= Am_2Cr_3O_{10}$. Rhombisch mit monosymmetrisch-hemiëdrischer Ausbildung, deren Symmetrieebene als (100) aufgestellt ist.

$$a : b : c = 0,8446 : 1 : 0,8381^{**}).$$

Beobachtete Formen: 100, 010, 110, 120, 111, 102, 021, 122.

	$Am_2Cr_3O_{10}$ Berechnet:	Beobachtet:	$K_2Cr_3O_{10}$ Berechnet:
$110 . 1\bar{1}0$	$80^0 22'$	—	$79^0 16'$
$110 . 100$	—	$*40^0 11'$	39 38
$120 . \bar{1}20$	61 16	61 38	—
$111 . 100$	—	*52 49	—
$122 . \bar{1}22$	41 40	41 20	—
$102 . \bar{1}02$	52 48	52 12	—
$021 . 110$	56 21	56 20	—
$021 . 010$	30 49	30 0	—

Spaltbarkeit nach (100). Optische Axenebene (010); erste, positive Mittellinie Axe a (Normale zu 100). $2E = 44^0 30'$ [welche Farbe? der Ref.]. $\varrho < v$. — Die Krystalle lassen sich nicht schleifen.

---

*) Die Angaben über die optischen Eigenschaften sind dem Aufsatz VI entnommen, in welchem Verf. Berichtigungen zur gegenwärtigen Arbeit (IV) bringt. Der Ref.

**) Die hier gewählte Stellung ist eine gegen die des Originals um 90^0 um die Verticalaxe gewendete, zum besseren Vergleich mit dem Kaliumsalz. Verf. vergleicht nämlich:

K-Salz $a:b:c$ (d. h. unser $c:a:b$) $= 0,9861 : 1 : 1,1882$ oder $0,8318 : 0,8437 : 1$ $\beta = 79^0 0'$
Am-Salz $a:b:c$ (d. h. - $c:b:a$) $= 0,8881 : 1 : 0,8446$ - $0,9924 : 1,1840 : 1$

während $a:b:c$ des ersteren Salzes fast identisch ist mit $a:c:b$ des zweiten. Wenn Verf. ferner in der Tabelle Formen, welche die drei Symmetrieaxen beim Am-Salze in endlicher Entfernung schneiden, mit solchen, die, beim K-Salze, einer der in der Symmetrieebene liegenden Axen parallel verlaufen, vergleicht, so geht dies nicht an, denn es werden die Axenverhältnisse nicht mehr analog und die ursprünglich acceptirte Vergleichsbasis ist nicht mehr vorhanden. Auch ist der Winkel $80^0 22'$ des Am-Salzes nicht mit $100^0 44'$, sondern mit $79^0 16'$ des K-Salzes zu vergleichen! Darauf kommt übrigens Verf. nachträglich (VII) auch selbst. Der Ref.

2) Das Bichromat $= Am_2 Cr_2 O_7$. **Monosymmetrisch.**

$a : b : c = 1,0271 : 1 : 1,7665, \quad \beta = 86^0 18'. \quad 110 . 1\bar{1}0 = 91^0 24'.$

Beobachtete Formen: 001, 010, 101, 201, 011, 111, $\bar{1}11$, $\bar{1}16$.

Spaltbarkeit nach 010. Ebene der optischen Axen (010); erste Mittellinie gegen c (001) unter + 35° 21′ und gegen a (100) unter + 58° 21′ geneigt. $2H = 104^0$ für Roth. Sinn der Doppelbrechung nicht bestimmbar wegen der zu engen isochromatischen Curven. Merklicher Pleochroismus.

Ein Vergleich der krystallographischen Constanten der fünf Verbindungen liefert:

		$a : b : c$			$110 . 1\bar{1}0$
monos.	$K_2Cr_3O_{10}$	$= 0,8437 : 1 : 0,8318$	$= 1 : 1,1882 : 0,9861.$	$\beta = 79^0\ 0'$	$= 79^0 16'$
rhomb.	$Am_2Cr_3O_{10}$	$= 0,8446 : 1 : 0,8381$	$= 1 : 1,1840 : 0,9924$		$= 80\ 22$
asym.	$K_2Cr_2O_7$	$= 1,0116 : 1 : 1,8145$	$= 1 : 0,9842 : 1,7858$	$\alpha = 82\ 0$, $\beta = 88\ 47$, $\gamma = 89\ 8\frac{1}{2}$	$= 90\ 54$
monos.	$Am_2Cr_2O_7$	$= 1,0271 : 1 : 1,7665$	$= 1 : 0,9736 : 1,7199$	$\beta = 86\ 18$	$= 91\ 24$
rhomb.	K_2CrO_4	$= 0,7802 : 1 : 1,3704$	$= 1 : 1,2817 : 1,7564$		$= 75\ 55\frac{1}{2}$
(rhomb.	Am_2SO_4	$=$	$= 1 : 1,2954 : 1,7771$ *)		

Das Salz $K_2 Cr O_4$ hat, wie man sieht, mit den Bichromaten fast gleiche c-Axen ($c : a$) und mit den Trichromaten fast gleiche b-Axen ($b : a$), während die beiden Bichromate unter sich, sowie die beiden Trichromate mit einander auffallende Analogieen zeigen, soweit es die verschiedenen Krystallsysteme zulassen. Ausserdem sind bei den Trichromaten die Axen a und c, bei den Bichromaten die Axen a und b fast gleich **).

Die hier beobachteten (morphotropischen) Beziehungen konnte Verf. auch weiter, bei complicirteren Verbindungen verfolgen, so bei den Chlorochromaten der beiden in Rede stehenden Alkalimetalle ($RClCrO_3$). — Berzelius beschrieb sie als tetragonal, sie sind aber monosymmetrisch.

Es sind dünne Tafeln. Gelingt es, sie dicker zu erhalten, so sind es Zwillinge. Die Krystalle sind besonders beim Am-Salz recht unvollkommen. Für das K-Salz ist

$$a : b : c = 0,9653 : 1 : 1,0174\ ^{***}), \quad \beta = 89^0 40'.$$

Beobachtete Formen: 110, 100, 001, 011, 111, $\bar{2}01$. Spaltbarkeit nach 001.

---

*) Das Chromat Am_2CrO_4 ist nicht mit K_2CrO_4 resp. K_2SO_4 isomorph, sondern mit Na_2SO_4. Vergl. diese Zeitschr. 4, 418, 1880. Der Ref.

**) Verf. betont, dass je zwei Axen fast = 1 sind. Das Wesentliche dürfte aber sein, dass, trotz der verschiedenen Systeme, zu denen die Körper gehören, sie sämmtlich zwei fast gleich grosse Axen aufweisen. Durch welche Zahl man diese Gleichheit ausdrückt, ist dann gleichgültig. Die von Herrn Wyrouboff studirten Körper liefern eine unzweifelhaft recht interessante morphotropische Reihe, bei der die Wirkung jeder neu hinzutretenden CrO_3-Molekel, resp. der Ersatz eines Metalls durch das andere, eine so geringe Modification hervorruft, dass der »krystallographische Typus« trotz der Aenderung des Krystallsystems erhalten bleibt. Der Ref.

***) So! Nicht wie in Herrn Rammelsberg's Handb. der krystallogr.-physikal. Chem. 1881, Abth. I, 595 angegeben. Der Ref.

	K-Salz Berechnet:	K-Salz Beobachtet:	Am-Salz Beobachtet:
110 . 001	89° 46′	89° 40′	—
001 . 100	—	*89 40	—
001 . 011	—	*46 50	45° 30′
001 . 01̄1	92 12	—	91 0
001 . 111	—	*55 40	—
2̄01 . 001	64 14	64 8	

Ueber die Symmetrie, die der regulären so nahe steht, entscheidet das optische Verhalten. Ebene der optischen Axen (010); eine Elasticitätsaxe bildet mit der Axe *a* 41° [nach welcher Richtung lässt sich wohl kaum entscheiden! der Ref.]. In einer Platte nach (010) erkennt man eine wiederholte Zwillingsverwachsung. Die Dunkelstellung ist aber eine fast gemeinschaftliche für die alternirenden Lamellen, wegen der geringen Differenz der beiden Auslöschungsschiefen von 41° und 49°. Das Axenbild ist durch die Zwillingsbildung gestört. — Beide Salze verhalten sich ganz analog.

Herr Wyrouboff untersuchte ferner:

1) Ammoniumbichromat-Quecksilberchlorid $= Am_2Cr_2O_7, HgCl_2$. Von Manchen wurde das Salz als mit 1 Mol. H_2O angesehen. Verf. erhielt bei der Analyse desselben:

	Versuch:	Theorie wasserfrei:	Theorie wasserhaltig:
CrO_3	38,60	38,35	37,08
Cl	13,54	13,52	13,07

und betrachtet daher das Salz als wasserfrei. Ausserdem scheint es aber auch dimorph zu sein, denn beim Erkaltenlassen einer Lösung von $HgCl_2$ und $Am_2Cr_2O_7$ im Molekularverhältniss 1 : 1 setzen sich zunächst $HgCl_2$-Krystalle ab, dann die Doppelverbindung in grossen Krystallen und endlich ebenfalls grosse prismatische Krystalle von der Form des entsprechenden *K*-Salzes (beschrieben von Hahn, Arch. der Pharm. von Bley, 1859, (2), 99, 147). Diese Erscheinung wiederholt sich bei Temperaturen zwischen 25° und 45°.

Krystallsystem (nach v. Zepharovich, Wien. Akad.-Ber. 39, 17, 1860) — monosymmetrisch. $a : b : c = 1{,}2703 : 1 : 1{,}9658$, $\beta = 84^\circ\ 3'$. — Beobachtete Formen: 110, 100, 120, 001, 101, 102, 1̄02, 011, 012, 1̄11, 1̄12. 110 . 1̄10 = 76° 42′. Spaltbarkeit nach 001 und 1̄02. Optische Axenebene (010); erste, positive Mittellinie gegen die Axe *a* unter + 66° 43′, gegen die Axe *c* unter + 29° 14′ geneigt. Approximative Bestimmungen des optischen Axenwinkels, mit einem wahrscheinlichen Fehler von ± 2°, ergaben:

$$2H_a = 121^\circ,\ 2H_o = 127^\circ\ 38',\ \text{also}\ 2V = 88^\circ\ 10'$$ [Farbe? der Ref.].

2) Kaliumbichromat-Quecksilbercyanid $= K_2Cr_2O_7, HgCy_2 + 2H_2O$. Dieses neue Salz bildet sich unter theilweiser Zersetzung aus einer langsam bis 10° abzukühlenden, beide Componenten in einfachem Molekularverhältniss enthaltenden Lösung. Das Abdampfen bei beliebiger Temperatur bewirkt eine gesonderte Auskrystallisation. Das entsprechende *Am*-Salz ist nicht erhalten worden.

Der analytische Versuch lieferte:

		Theorie:
CrO_3	34,24	34,45
Hg	33,7	34,3

Krystallsystem — rhombisch. Beobachtete Formen: 110, 001, 102, 011, 100, 010. Spaltbar nach 110.

$$b : a : c = 1,2594 : 1 : 1,8825.$$

[Diese Aufstellung gestattet einen bequemeren Vergleich mit dem vorhergehenden Salze. Der Ref.]

	Cyanverbindung		Chlorverbindung
	Berechnet:	Beobachtet:	
110 . $\bar{1}$10	—	*76° 55′	76° 42′
001 . 011	—	*56 13	53 0
001 . 102	43° 8′	43 15	44 22

Es stellt sich also auch hier, trotz abweichender Zusammensetzung eine Aehnlichkeit des »krystallographischen Typus« heraus. — Optische Axenebene 100; erste, positive Mittellinie Axe c.

Roth	$2E = 99° 22'$,	$2H_a = 62° 38'$,	$2H_o = 144°$,	$2V = 57° 18'$,	$\mu = 1,591$
Grün	$= 62 \; 6$	$48 \; 20$			

Also eine ausserordentlich starke Dispersion, die mit den sehr engen isochromatischen Curven verbunden ein sehr schönes Interferenzbild liefert.

3) Kaliumchromat-Zweifachquecksilberchlorid $= K_2CrO_4$, $2HgCl_2$. Wird erhalten durch Auflösen gleicher Molekularmengen beider Salze in der Wärme. Man löst das sich dabei bildende basische Quecksilberchromat durch Zusatz von etwas Salzsäure auf und lässt die Lösung erkalten. Bessere Krystalle bilden sich durch Abdampfen bei 35—40°. Krystallsystem — rhombisch. Beobachtete Formen: 001, 011, 112. — Es scheinen einige Analogieen zwischen den Krystallformen dieses und des unter 2) beschriebenen Cyandoppelsalzes zu bestehen:

	$K_2CrO_4, 2HgCl_2$	$K_2Cr_2O_7.HgCy_2, 2H_2O$
001 . 011	55° 10′	56° 13′
112 . 001	77 50	78 12 (ber.)

Optische Axenebene 010; erste, positive Mittellinie Axe c; $2H_a = 68° 55'$; $\varrho > v$.

4) $2K_2CrO_4$, $3HgCy_2$. Diese Formel wurde durch eine neue Analyse bestätigt. Die Verbindung entsteht beim Abdampfen oder Abkühlen einer Lösung von K_2CrO_4, $2HgCl_2$. Monosymmetrische Tafeln, schlecht messbar.

$$a : b : c = 3,1716 : 1 : 3,3619, \quad \beta = 73° 40'.$$

Beobachtete Formen: 001, 100, 101, 405, 111, $\bar{1}$11. Spaltbarkeit unvollkommen nach (001).

	Berechnet:	Beobachtet:	
001 . 100	—	*73° 40′	
111 . 001	—	*69 0	
111 . 101	—	*62 55	
$\bar{1}$11 . 001	78° 16′	78 7	
$\bar{1}$11 . 111	34 46	34	approx.
111 . 11$\bar{1}$	32 44	33 6	
101 . 001	38 5	39	approx.
001 . 405	46 54	47	approx.

Diese Krystalle weichen in ihrem Typus von denjenigen der anderen Ver-

bindungen ab. Optische Axenebene normal zu (010). Eine Auslöschungsrichtung bildet mit der Axe a den Winkel — 22° 36′, mit der Axe c — 50° 4′ *).

V. 1) Kaliumlithiumsulfat $= KLiSO_4$. Die richtige Zusammensetzung ist von Herrn Rammelsberg erkannt worden. Das Salz ist in der Kälte löslicher als in der Wärme, liefert daher Krystalle beim Abdampfen der Lösung.

Hexagonal. $a : c = 1 : 1,6636$ (Rammelsberg). $10\bar{1}1 . 0001 = 62° 30′$
$= 1 : 1,6851$ (Wyrouboff) - - 62 48.

Doppelbrechung äusserst schwach, negativ.

2) Ammoniumlithiumsulfat $= AmLiSO_4$. Die Löslichkeit wie beim vorigen, wird daher ebenso erhalten. — Rhombisch mit hexagonalem Habitus, tafelartig oder prismatisch. Beobachtete Formen: 110, 010, 111, 021, deren Winkelwerthe der hexagonalen Symmetrie so nahe kommen, wie bei notorisch hexagonalen Körpern. Geometrisch erkennt man die rhombische Symmetrie durch das Auftreten von (011) ohne (112), ferner durch das, wenn auch äusserst seltene, Auftreten von (121).

$$a : b : c = 1 : 1,7298 : 1,6678 = 1 : \sqrt{3} : 1,6678.$$

	Berechnet:	Gemessen:	
$110 . 1\bar{1}0$	—	*60° 3′	
001 . 011	43° 57′	43 54	
001 . 021	62 35	62 32	(62° 48′ $= 10\bar{1}1 . 0001$ beim K-Salz)
001 . 111	—	*62 34	

*) Diese beiden Zahlen liefern zusammen nicht 73° 40′, wie es sein müsste. Welche von beiden ist um 1° falsch ausgefallen oder angegeben? Der Ref.

In der hier besprochenen Arbeit (IV) sind noch folgende Druckfehler zu berichtigen:

S. 138, Z. 8 v. o. statt $h^3(120)$ lies: $h^3(210)$.
- 9 - - - $b^{\frac{1}{2}}(111)$ - $b^1 b^{\frac{1}{3}} h^{\frac{1}{2}}(\bar{2}12)$.
- 11 - - - 88° 26′ - 100° 44′.
- 18 - - ist »une normale« zu streichen.
- 19 - - statt »une normale à p« lies: l'arète pg'.
S. 139, - 2 - - - 90° 50′ - 89° 6′.
- 5 - - - $\beta = 89° 91'$ - $\alpha = 89° 8\frac{1}{2}'$.
- 6 - - - $\alpha = 98$ - $\beta = 82$.
- 11 - - - (101) - (100).
- - - - - (001) - (011).
- 12 - - - 1,7556 : 1 : 1,2837 - 1,7564 : 1 : 1,2817.
- 13 - - - 1,3675 : 0,7789 : 1 - 1,3704 : 0,7802 : 1.
- 14 - - - 104° 2′ - 104° $4\frac{1}{2}'$.
- 17 - - - 0,0995 - 0,0935.
- 21 - - - 0,0397 - 0,0187.
S. 140, - 10 - - - (201) - (021).
- 18 - - - 80° 26′ - 80° 22′.
- 3 - u. - 116° 36′ - 116° 24′.
S. 143, - 4 - - - perpendiculaire - parallèle.
S. 144, - 8 - o. ist von »Je n'ai pas« bis »faces p, e'« zu streichen.
- 16 - - - - »à travers« - »visibles« - -
- 19 - - statt »perpendiculaire« lies: »parallèle«.
- 3 - u. - $2CrO_3K_2O, HgCl_2$ - $2CrO_3, Am_2O, HgCl_2$.
S. 146, - 5 - o. - $4° \gamma = 83°$ - $\gamma = 84° 3'$ [oder 85° 57′ ?].
- 7 - - - $b^{\frac{1}{2}}(111)$ - $b^{\frac{1}{2}}(\bar{1}11)$.
- 8 - - - $b^1(112)$ - $b^1(\bar{1}12)$.
S. 149, - 8 - - - $b^{\frac{1}{2}}(111)$, $d^{\frac{1}{2}}(\bar{1}11)$ - $b^{\frac{1}{2}}(\bar{1}11)$, $d^{\frac{1}{2}}(111)$.

Der Ref.

Fast durchweg Zwillinge nach (110). Optische Axenebene (100), erste positive Mittellinie Axe c: $2E$ roth = 63° 30′, $2E$ grün = 61° 32′. Der stumpfe Axenwinkel nicht einmal in Oel sichtbar. Die entsprechenden Chromate liefern nicht bestimmbare, tafelartige Krystalle.

Es wurden Mischungen der beiden Sulfate bei 22° dargestellt. Eine solche mit 4,31 % des Am-Salzes liefert kleine zweiaxige Krystalle mit sehr kleinem Axenwinkel und negativer Doppelbrechung. Bei 56,61 % Gehalt am Am-Salz tritt dieselbe Erscheinung auf. Es sind aber stets Zwillinge, in denen zweiaxige Einzelkrystalle entweder ausschliesslich zusammengruppirt sind oder einen die Mitte einnehmenden einaxigen Krystall umgeben. Alle Krystalle kehren nach Aussen die Flächen (010), welche ein Hexagon bilden. Analog mit diesen Salzen sind K_2SO_4 und $KNaSO_4$.

K_2SO_4	111 . 001 = 56° 20′	$a : c$ = 1 : 1,3033	
$KNaSO_4$	10$\bar{1}$1 . 0001 = 56 0	= 1 : 1,30	
$AmLiSO_4$	111 . 001 = 62 34	= 1 : 1,6678	= 1 : $\frac{5}{4}$ × 1,3342
$KLiSO_4$	10$\bar{1}$1 . 0001 = 62 48	= 1 : 1,6851	= 1 : $\frac{5}{4}$ × 1,3482

Die c-Axen der beiden ersteren Salze sind als $\frac{4}{5}$ der beiden letzteren leicht kenntlich. Will man also alle vier Körper auf ähnliche Axenverhältnisse zurückführen, so erhält man allerdings etwas complicirte Indices. Es werden nämlich die Formen des Ammoniumlithiumsulfates statt 111, 112, 021, 011, 121 durch 554, 558, 052, 054, (5.10.4) auszudrücken sein. — Das $KNaSO_4$ nahm Verf. früher (vergl. diese Zeitschr. 4, 415—416) als eine isomorphe Mischung von K_2SO_4 und Na_2SO_4 an, trotzdem er sowohl die Dimorphie des Na-Salzes, wie dessen eigentliche Isomorphie mit dem rhombischen K-Salze leugnete. Das Fehlen continuirlicher Uebergänge zwischen beiden und die grössere Annäherung sämmtlicher Mischungen zum einaxigen hexagonalen Salze führen nun Herrn Wyrouboff zur Annahme, dass die beiden sich mischenden Componenten nicht die einfachen Salze seien, sondern das rhombische K_2SO_4 einerseits und ein hexagonales $(K, Na)_2SO_4$ andererseits, bei welchem $K : Na$ in constantem Verhältniss stehen. Diese beiden Salze nimmt Verf. als polysymmetrisch, wie die beiden Lithiumsalze, und daher als fähig Mischungen zu liefern an*). — Zur Feststellung der Zusammensetzung der Molekularverbindung $mK_2SO_4 + nNa_2SO_4$ führte Verf. eine Reihe von Analysen der hexagonalen Krystalle aus, die vor der Analyse jedesmal auf ihre Einaxigkeit geprüft wurden. Im Mittel ergab sich 48,25 % SO_3.

Die Theorie erfordert bei	$K_3Na(SO_4)_2$	48,19 %
bei	$K_4Na_2(SO_4)_3$	49,98

Der ersten Formel stehen die experimentell erhaltenen Werthe näher, doch sind sie sämmtlich etwas zu hoch, was bei der Genauigkeit der SO_3-Bestimmung gegen die Annahme dieser Formel sprechen würde. Dagegen setzt man bei der Annahme der zweiten voraus, dass dem gesuchten Salze stets 20—32 % K_2SO_4 beigemengt sind, welche somit den SO_3-Gehalt herabdrücken. Ausserdem waren die analysirten Krystalle entschieden einaxig, während nicht nur 20—32 %,

*) Herr Wyrouboff scheint also stillschweigend eine Dimorphie anzunehmen, denn bekanntlich bezeichnet Herr Scacchi als polysymmetrisch nicht chemisch ähnliche, analog zusammengesetzte Körper mit geometrischen Analogieen, sondern solche, die chemisch Einunddasselbe sind und zugleich auffallende Aehnlichkeiten in geometrischer Beziehung, trotz der Verschiedenheit des Symmetriegrades, zeigen.
Der Ref.

sondern schon 4 %*) beigemengten K_2SO_4 ausreichen, um eine empfindliche Zweiaxigkeit hervorzurufen. — Auch die analogen Chromate wurden analysirt. Bei diesen kommen einaxige Krystalle äusserst selten vor. Die homogensten Lamellen lieferten:

	Versuch	Theorie	
		$K_3Na(CrO_4)_2$	$K_4Na_2(CrO_4)_3$
CrO_3	52,62	53,86	54,64
K_2O	37,4	—	—
Na_2O	8,7		

Bei 12 Bestimmungen schwankte CrO_3 zwischen 53,62 und 52,78 %. Letztere Zahl entspricht einer Mischung von 51 % $K_3Na(CrO_4)_2$ + 49 % K_2CrO_4.

	Theorie:	Versuch:
K_2O	43,09	42,45
Na_2O	4,16	4,73

Hier treten dieselben Erscheinungen auf, wie die oben, bei der Mischung der beiden *Li*-Doppelsalze mit 56,61 % des Ammoniumsalzes, erwähnten: auch hier zweiaxige Sechslinge, die trotz der grossen Menge des zweiaxigen Salzes sich von dem die hexagonale Symmetrie nachahmenden Typus kaum entfernen. Die Chromate zeigen, dass das Doppelsalz selten rein ist, vielmehr gern mit K_2CrO_4 gemengt krystallisirt. Die Erklärung dafür ist — dass es blos unter ganz bestimmten Bedingungen entstehen kann, welche mit der Löslichkeit im Zusammenhange stehen. Deutlich zeigt dies ein Vergleich der Löslichkeit bei den Sulfaten und den Chromaten.

In 100 Theilen Wasser:	Temperatur		
	0°	20°	100°
werden gelöst: Theile K_2SO_4	7,9	10,9	26,2
- - - Na_2SO_4	—	44,7	—

und es daher klar ist, dass die krystallisirbaren Mengen beider Salze bei einer gegebenen Temperatur ungeachtet der Verschiedenheit der angewandten Mengen nicht sehr variabel ausfallen können, dass aber bei gleichen angewandten Mengen der Salze die Temperaturveränderungen ganz verschiedene Resultate hervorrufen müssen. Herr Scacchi hat gezeigt, dass zwischen 15°—24° sich die hexagonalen Krystalle bilden, wenn das *Na*-Salz : *K*-Salz = 8 : 5 bis 2 : 5. In einer unter den letzten Umständen befindlichen Lösung wachsen sowohl die hexagonalen wie die rhombischen Krystalle fort. Doch ist durch die beständige grössere Abscheidung des *K*-Salzes das Mengenverhältniss bald gestört. Ist *Na*-Salz : *K*-Salz > 8 : 5, so scheidet sich Na_2SO_4 aus. Bei 8 : 5 und über 25° oder bei Gegenwart freier H_2SO_4 bilden sich blos rhombische Krystalle. — Damit also die Krystalle genau aus $3K_2SO_4 + Na_2SO_4$ bestehen, müssen ganz bestimmte Bedingungen eingehalten werden. Bei den Chromaten ist die Erscheinung eine andere.

	Temperatur		
	0°	20°	100°
In 100 Theilen Wasser Theile K_2CrO_4	58,9	62,9	79,1

*) Dieser Satz ist nicht ganz klar. Oben giebt Verf. selbst an, dass die meisten Mischungen dem hexagonalen Typus nahe kommen, und dieser Umstand führt ihn zur Annahme einer hexagonalen Doppelverbindung mit constanter Zusammensetzung, die er eben zu bestimmen bestrebt ist. Zu welcher Zusammensetzung also sind 4 % des K_2SO_4 beizumischen, damit der einaxige in einen zweiaxigen Körper sich verwandelt?

Der Ref.

Dieses Salz besitzt demnach eine mit wechselnder Temperatur viel weniger variable Löslichkeit. Auch $Na_2CrO_4 + 2H_2O$ und $Na_2CrO_4 + 4H_2O$ (— das wasserfreie Salz ist nicht bekannt!) sind viel löslicher als das Sulfat, welches aus Mischungen bei 30—45° zuerst krystallisirt. Sie besitzen noch grössere Löslichkeit als K_2CrO_4, da dieses letztere aus Lösungen zu gleichen Mengen sich zuerst absetzt*). Es ist also evident, dass Mischungen von $K_3Na(CrO_4)_2$ und K_2CrO_4 sich mit Leichtigkeit bilden müssen, während die beiden reinen Salze für sich nur schwer entstehen.

3) Saures Ammoniumsulfat $= Am_6S_4O_{15}$**). Monosymmetrisch. $a : b : c = 1,7216 : 1 : 2,6659$, $\beta = 78°$. Beobachtete Formen: 001, 100, 111, $\bar{1}11$, 331, 011 (letztere Form wird von Herrn de Marignac angegeben), $\bar{1}01$.

	Berechnet:	Beobachtet:	Marignac:
100 . 001	—	*78° 0′	77° 54′
$\bar{1}11$. 001	77° 39′	77 55	77 0
001 . $\bar{1}01$	65 55	65 57	—
001 . 111	—	*66 20	66 10
111 . $1\bar{1}1$	—	*104 54	104 56
111 . $11\bar{1}$	36 1	—	—
100 . $10\bar{1}$	36 5	—	—

Hier sind zwei Zonen: [111 . 001] einerseits und [100 . 001] andererseits, die grosse Annäherungen in ihren Winkelwerthen zeigen. — Optische Axenebene senkrecht zu (010), erste negative Mittellinie gegen die Axen a resp. c unter circa + 24° resp. circa + 78° geneigt. $2H_a = 55° 35'$ für Roth.

4) Saures Kaliumsulfat $= K_6S_4O_{15}$**). Analog dem vorigen, doch stets aus Durchwachsungsdrillingen bestehend, bei denen alle 001-Flächen zusammenfallen. Zu dieser gemeinsamen Fläche müssen also die Zwillingsebenen normal stehen, und die ebenen Winkel der Basis sehr nahe 120° betragen.

	Gem. Wyrouboff:	Gem. Marignac:
111 . $11\bar{1}$	37° 23′—37° 36′	37° 8′
100 . $10\bar{1}$	—	38 37

Optische Axenebene normal zu (010). Eine Platte nahezu normal zur Basis geschnitten ist zugleich fast normal zur ersten negativen Mittellinie. $2H_a = 59°—59\frac{1}{2}°$***).

---

*) Es ist nicht ersichtlich, warum Verf. daraus schliesst, dass 100 Theile Wasser bei 20° an *Na*-Chromat »mehr als 44,7 und weniger als 62,9 Theile« auflösen. In Obigem ist nach seiner eigenen Angabe das *Na*-Chromat noch leichter löslich als K_2CrO_4. Der Ref.

) Herr Rammelsberg giebt (Handb. krystallogr.-phys. Chem. 1881, **1, 389 und 392) für diese beiden Salze die Formeln $HK_3(SO_4)_2$ und $HAm_3(SO_4)_2$. Welche sind nun die richtigen? Der Ref.

***) Im Original sind folgende Druckfehler zu corrigiren:

S. 200, Z. 2 v. o. statt: (211) zu lesen: (112).
- 3 - - hinter e_3 - setzen: (121).
- 12 - - statt: 133° 37′ - lesen: 133° 57′.
- 17 - - - 127 12 - - 127 16.
S. 201, Z. 11 - u. - 117 16—117° 6′ - - 117 12′—117° 26′.
- 9 - - - 123 49 - - 123 40.
S. 202, Z. 7 und 8 v. o. statt: $b^{\frac{5}{8}}, b^{\frac{5}{4}}, e^{\frac{5}{4}}, e^{\frac{5}{2}}, (b^{\frac{1}{4}}, b^{\frac{1}{6}}, g^{\frac{1}{3}})$ zu lesen: $b^{\frac{2}{3}}, b^{\frac{4}{5}}, e^{\frac{2}{3}}, e^{\frac{4}{5}}, (b^{\frac{1}{3}} b^{\frac{1}{15}} g^{\frac{1}{4}})$.

VI. Löst man in der Wärme mit Salpetersäure von spec. Gewicht 1,24 100 Theile $K_2Cr_3O_{10}$ und 150 Theile $Am_2Cr_3O_{10}$ und lässt langsam erkalten, so sieht man am darauffolgenden Tage, dass sich dreierlei Krystalle gebildet haben: 1) kleine rhombische, 2) grosse hexagonale und 3) monosymmetrische. Die Untersuchung lehrt, dass hier weder die reinen, noch constante Molekularverbindungen (wie die oben beschriebenen *Li*-Doppelsalze u. a.), sondern isomorphe Mischungen vorliegen. Durch Variiren der anzuwendenden relativen Salzmengen und der Lösungsconcentration wurden verschieden zusammengesetzte Mischungen erhalten, deren Am_2O-Gehalt festgestellt wurde. Es enthalten davon in $^0/_0$ die

rhombischen:	hexagonalen:	monosymmetrischen:
11,0	10,2	8,6
10,8	9,8	8,1
10,6	9,7	6,9
	9,5	6,1
	8,6	5,68.

Da im $Am_2Cr_3O_{10}$ 14,7 $^0/_0$ Am_2O enthalten, so lassen sich die Grenzen des Gehaltes an Am_2O für die

rhombischen auf	14,7—10,6 $^0/_0$	oder an $Am_2Cr_3O_{10}$ in der Mischung	100—72 $^0/_0$
hexagonalen -	10,2— 8,6	- - -	69,7—58,5
monosymmetr.-	8,6— 5,68	- - -	58,5— 0

zurückführen. Doch zeigte es sich bald, dass diese Grenzen wenigstens von der hexagonalen Mischung nicht eingehalten werden, denn bei Anwendung einer Salpetersäure von geringerem spec. Gewicht krystallisirten in

hexagonaler Form Mischungen mit 14,6, 7,8 und 7,1 $^0/_0$ Am_2O.

Die hexagonale Form ist also eine dimorphe Modification der rhombischen; dagegen wurden in derselben weder Mischungen mit geringerem *Am*-Gehalt als 7,1$^0/_0$, noch die reine *K*-Verbindung erhalten, trotz aller Versuche, das spec. Gewicht der Säure, die Temperatur, die Concentration zu variiren. Das Eintauchen hexagonaler Krystalle in eine übersättigte Lösung und dergl. mehr führte ebensowenig zum erwünschten Resultate: es bilden sich hexagonale Krystalle mit 7,1$^0/_0$ und monosymmetrische mit 4,23$^0/_0$ Am_2O.

Zur Erklärung dieser Erscheinung könnte ja eine Trimorphie für die beiden reinen Salze angenommen werden. Indess gelingt es das *Am*-Salz ebensowenig in monosymmetrischer Form zu erhalten, wie das *K*-Salz in rhombischer, unter welchen Bedingungen man es auch versuchen mag. Es muss also angenommen werden, dass auch verschiedenen Systemen angehörende Körper, welche einige geometrische Analogieen bei analoger chemischer Zusammensetzung aufweisen, mit einander in beliebigen Mengenverhältnissen krystallisiren können. — Die Beschreibung der rhombischen und monosymmetrischen Form ist bereits oben (S. 628, 629) gegeben worden. — Die hexagonalen Krystalle sind entweder pyramidal oder, in selteneren Fällen, tafelartig nach der Basis. Ausser $10\bar{1}1$ und 0001 treten als schmale Abstumpfungen auf: $10\bar{1}0$, $11\bar{2}1$, $11\bar{2}0$ und endlich $20\bar{2}1$.

$$a : c = 1 : 1{,}0882.$$

Die Flächen sind sämmtlich etwas gestreift.

S. 204, Z. 12 v. o. statt: C_2O_3 zu lesen: CrO_3.
S. 208, Z. 12 - - - $p(100)$ - - $p(001)$.
- 2 - u. - ph' - - pa'.

Der Ref.

	Berechnet:	Beobachtet:
10$\bar{1}$1 . 10$\bar{1}\bar{1}$	—	*77° 13′
10$\bar{1}$1 . 10$\bar{1}$0	38° 37′	38 45
10$\bar{1}$1 . 01$\bar{1}$1	46 0	45 45
20$\bar{2}$1 . 20$\bar{2}\bar{1}$	43 34	43 5
11$\bar{2}$1 . 11$\bar{2}$0	24 46	24 46
11$\bar{2}$1 . 10$\bar{1}$1	28 50	28 52

Diese Form lässt sich mit den beiden anderen in folgender Weise vergleichen. Projicirt man die Umrisse auf diejenige Ebene, die normal zur optischen Axe des hexagonalen Körpers resp. zu der ersten Mittellinie der beiden anderen steht, also auf (0001) für den ersten, auf (100) für den rhombischen und auf (010) für den monosymmetrischen, so sieht man bei paralleler Orientirung der Tracen von (11$\bar{2}$0), (010) und (100), dass der hexagonalen und rhombischen Form noch (10$\bar{1}$0) und (012), der rhombischen und monosymmetrischen noch (011) und (101) gemeinsam sind. Ausserdem könnte (120) des rhombischen Salzes mit seinem Winkel von 61° 16′ als primär angenommen und dann mit dem hexagonalen verglichen werden. Es würden dann die drei Axen der rhombischen Gestalt nahezu $\frac{1}{\sqrt{3}}$: 1 : 0,5 werden und die Symbole 110, 120, 111, 102, 122 sich in 210, 110, 211, 101, 111 verwandeln. Blos 100, 010 und 021 blieben unverändert.

Optische Eigenschaften: 1) hexagonale Krystalle. Starke positive Doppelbrechung. Um die Ringe unterscheiden zu können, muss die Platte auf höchstens 0,5 mm Dicke gebracht werden. Ausser mit der Mutterlauge lassen sich die Krystalle mit keiner anderen Flüssigkeit schleifen, da sie sofort zersetzt werden. — 2) rhombische Krystalle. Bei Mischungen mit 26,4 % $K_2Cr_3O_{10}$ ist $2E$ roth = 24° 30′ gegenüber 44° 30′ des reinen Salzes. — 3) monosymmetrische Krystalle. Bei 55,15 % $Am_2Cr_3O_{10}$ ist die Lage der optischen Axenebene kaum verändert: sie ist gegen die Axe c statt — 29° 18′ unter — 30° 42′ geneigt. $2H_a$ = 100° statt 106° 40′.

Wendet man eine concentrirte Salpetersäure, d. h. die käufliche vom spec. Gewicht = 1,41, zur Auflösung der Tri- oder Bichromate an, so bilden sich Tetrachromate, welche aber schwer krystallisiren, was nur beim langsamen Abdampfen gelingt. Das Kaliumsalz ist messbar; das Am-Salz ist, nach dessen optischen Eigenschaften zu urtheilen, mit ihm isomorph. Die Betrachtung der normalen, Bi-, Tri- und Tetrachromate des Ammoniums und Kaliums zeigt, dass, je saurer die Verbindungen sind, um so näher sie einander krystallographisch stehen. — Beide Tetrachromate sind monosymmetrisch. Optische Axenebene parallel (010); durch (001) eine Axe sichtbar. Das K-Salz bildet abgerundete linsenförmige Krystalle, an denen beobachtet wurden: 110, 001, $\bar{1}$11, 054, 223.

$$a : b : c = 1,2557 : 1 : 1,3934. \quad \beta = 87^0\ 52'.$$

	Berechnet:	Beobachtet:
110 . 001	—	*88° 40′
110 . $\bar{1}$10	—	*77 6
$\bar{1}$11 . 001	—	*59 40
054 . 001	48° 5′	48 50
001 . 223	50 38	51 0

Unter dem Mikroskop erkennt man zahlreiche Einschlüsse von Flüssigkeit, welche, wie die Analyse zeigt, Salpetersäure ist.

	Versuch:	Theorie:
CrO_3	78,79	81,02
K_2O	18,91	18,98
	97,75	100,00

Das *Am*-Salz ist in dünnen Täfelchen krystallisirt, deren Ränder abgerundet sind. Es konnte blos der stumpfe ebene Winkel der Basis gemessen werden, welcher = 102° 44′ ist, während er beim Kalisalze 102° 8′ beträgt.

Analyse:

		Theorie:
CrO_3	87,27	88,53
Am_2O	11,00	11,47
	98,27	100,00

Auch hier ist etwas Salpetersäure eingeschlossen.

Um die Trichromate rein zu erhalten, werden die Bichromate in Salpetersäure vom spec. Gewicht = 1,2 (d. h. käufliche Säure mit gleichem Volum Wasser) in der Wärme aufgelöst und erkalten gelassen. Zunächst setzt sich NO_3K ab. Man decantirt und erhält dann das Trichromat durch Eindampfen der Lösung. — $AmNO_3$ ist im Gegentheil löslicher als das Trichromat. Gereinigt wird das Salz durch nochmaliges Auflösen in verdünnter Salpetersäure. Um Mischungen zu erhalten, ist es rathsam, das *K*-Bichromat in möglichst geringer Menge conc. Salpetersäure zu lösen, darauf $1\frac{1}{2}$ Volumina Wasser zuzusetzen und, erst nach Entfernung des abgeschiedenen Salpeters, *Am*-Trichromat hineinzubringen. — Grössere Krystalle der Tetrachromate erhält man dadurch, dass man eine derartig beschaffene Lösung der Trichromate in Salpetersäure in der Wärme herstellt, welche nach dem Erkalten schwach übersättigt ist. Man thut ein Stückchen Tetrachromat hinein und lässt das Ganze etwa 5—6 Tage bei einer 20° nicht übersteigenden Temperatur stehen.

VII. Von der Meinung ausgehend, dass die Aufstellung der Krystalle im Allgemeinen eine zu sehr willkürliche ist, wodurch häufig natürliche Analogieen bei chemisch verwandten Körpern verdeckt werden, macht Verf. den Versuch, unter Berücksichtigung der Symmetrie, eine Reihe von wasserfreien Salzen der Chromsäure und der Schwefelsäure entsprechend aufzustellen, und gelangt dabei zum Schluss, dass sie sämmtlich Axenverhältnisse besitzen, deren Werthe in der Nähe von $a : b : c = 1 : \sqrt{3} : \frac{1}{\sqrt{3}} = 1 : 1{,}7320 : 0{,}5773$ liegen. Von den in Betracht kommenden Salzen sind viele bereits vom Verf. und von Anderen untersucht worden. In der weiter folgenden Tabelle sind sie (18) zusammengestellt. Zu den noch nicht oder unvollkommen beschriebenen Salzen gehören folgende:

1) $Rb_2Cr_2O_7$ (von Herrn Schuchardt erhalten) ist von Herrn Grandeau unvollständig beschrieben worden. Es krystallisirt sehr schwer, da es in der Kälte schwer löslich. 100 Theile Wasser lösen bei 10° 5 Theile, bei 26° 8 Theile; von 35° an nimmt die Löslichkeit sehr rasch zu. Bei 60° werden 35 Theile gelöst. Unter Einhalten einer constanten Temperatur über 35° erhält man gut messbare Krystalle, die von zweierlei Gestalten sind: die einen, schön roth, sind asymmetrisch und mit dem Kaliumsalze isomorph, die anderen, orangeroth gefärbt, sind monosymmetrisch, entsprechend dem Ammoniumsalze.

a. Monosymmetrische Modification. Bei der Aufstellung, welche oben (S. 630) für das *Am*-Salz gewählt wurde, sind es die Flächen von (021), die besonders vorherrschen. Bezogen auf das für die ganze Gruppe gültige Axenver-

hältniss (wobei beim $Am_2 Cr_2 O_7$ die Axen *a* und *c* mit einander vertauscht werden und 011 als 130 angenommen wird) erhalten die beobachteten Formen des *Rb*-Salzes die Indices: 100, 110, 130, $\bar{1}01$, $\bar{1}31$.

$$a : b : c = 1 : 1,6778 : 0,5684. \quad \beta = 87^0\ 8'.$$

	Berechnet:	Gemessen:	*Am*-Salz:
110 . 1$\bar{1}$0	61⁰40′	—	—
110 . 100	30 50	30⁰40′	—
110 . 130	29 56	30 10	—
130 . $\bar{1}$30	58 28	—	59⁰ 8′
130 . 100	—	*60 46	60 26
$\bar{1}$01 . 100	62 34	62 34	62 37
130 . $\bar{1}$31	—	*41 16	41 5
$\bar{1}$01 . $\bar{1}$31	—	*42 4	—
100 . $\bar{1}$31	70 0	70 0	70 8

Spaltbarkeit nach (010). Ebene der optischen Axen normal zu (010), bildet — 60⁰ 26′ mit der Axe *c* und — 57⁰ mit der Kante [$\bar{1}$01 . 010]. Erste und negative Mittellinie Axe *b*. Sehr starke Doppelbrechung. $2H_a = 82^0$, $2H_0 = 95^0\ 10'$, woraus $2V = 83^0\ 16'$. [Farbe? der Ref.]

b. Die asymmetrische Modification zeigt zu wenig Formen, um das Axenverhältniss zu liefern. Doch reichen die Messungen aus, um die Isomorphie dieses Salzes mit dem des Kaliums zu beweisen.

		K-Salz*):
001 . 100	81⁰ 5′	81⁰51′
100 . 101	54 45	54 54
130 . 100	60 37	55 50
130 . 001	87 54	84 44
$\bar{1}$31 . $\bar{1}$30	44 0	42 24
$\bar{1}$31 . $\bar{1}$00	72 20	69 17

Spaltbarkeit sehr vollkommen nach (100). Durch diese Fläche eine Axe sichtbar, aber anders orientirt als im *K*-Salz. Ebene der optischen Axen (durch 100 gesehen) bildet mit der Axe *b* 23⁰, und 66⁰ 30′ mit der Axe *c*. Erste Mittellinie positiv, unter circa 30⁰ gegen die Normale zu (100) geneigt. $2E = 107^0 42'$.

2) $Rb_2 Cr O_4$. Von Herrn Piccard beschrieben, ohne Angabe der optischen Eigenschaften. Optische Axenebene (010), erste Mittellinie negativ, normal zu (001); nach dieser Fläche geht die Spaltbarkeit. $2H_a = 73^0\ 46'$ für Roth, 76⁰ 5′ für Grün. $2H_0$ circa 146⁰ für weisses Licht.

3) $Rb_2 Cr_3 O_{10}$. Dimorph: rhombisch und hexagonal, wie das *Am*-Salz. Krystallisirt ebenfalls sehr leicht. Die rhombische Modification herrscht in Salpetersäure-haltigen Lösungen vor. Ihre Winkelwerthe stimmen fast genau mit denen des *Am*-Salzes überein. Ausserordentlich starke Dispersion. Gekreuzte Ebenen der optischen Axen: für Roth parallel (010), für Grün parallel (001). Durch (100) die Axen sichtbar. $2E$ roth $= 26^0\ 6'$; $2E$ grün $= 44^0$.

*) Die hier gegebene Orientirung ist die für die ganze Reihe gewählte. Der Ref.

		$a:b:c$	Appr. zu: $1:\sqrt{3}:\frac{1}{\sqrt{3}}$		$110.\bar{1}10$	$101.\bar{1}01$	
K_2SO_4	rhomb.	0,5727 : 1 : 0,7464	1 : 1,7461 : 0,6516	$a:b:\frac{1}{2}c$	120° 24′	(113° 50′)	Mitscherl.
Am_2SO_4	-	0,5643 : 1 : 0,7310	1 : 1,7721 : 0,6477	-	121 8	(114 6)	-
Tl_2SO_4	-	0,5524 : 1 : 0,7354	1 : 1,8103 : 0,6657	-	122 10	(112 42)	Des Cloiz.
*) Rb_2SO_4	-	0,578 : 1 : 0,747	1 : 1,7508 : 0,6571	-	120 32	(113 22)	Bunsen
K_2SeO_4	-	0,5724 : 1 : 0,7296	1 : 1,7462 : 0,6447	-	120 25	(114 22)	Mitscherl.
K_2CrO_4	-	0,5695 : 1 : 0,7297	1 : 1,7560 : 0,6407	-	120 41	(114 42)	-
Rb_2CrO_4	-	0,5665 : 1 : 0,7490	1 : 1,7651 : 0,6278	-	120 56	(116 26)	Piccard
**) $K_2Cr_2O_7$	asym.	1,0116 : 1 : 1,8145	1 : 1,6726 : 0,5511	$\frac{1}{3}c:a:\frac{1}{3}b$	117 56	122 17	Schabus
$Am_2Cr_2O_7$	monos.	1,0271 : 1 : 1,7665	1 : 1,6985 : 0,5815	$\frac{1}{3}c:b:\frac{1}{3}a$	119 10	119 42	Rammelsb.
$Rb_2Cr_2O_7$	-		1 : 1,6778 : 0,5684		118 20	121 2	Wyroub.
$K_2Cr_3O_{10}$	-	0,8437 : 1 : 0,8318	1 : 1,7768 : 0,5914	$\frac{2}{3}a:b:\frac{2}{5}c$	122 25	(119 17)	Naumann
$Am_2Cr_3O_{10}$	rhomb.	0,8446 : 1 : 0,8384	1 : 1,7759 : 0,5946	-	121 10	(118 28)	Wyroub.
-	hexag.	1 : 1,0882	1 : 1,7320 : 0,5770	$a:\frac{8}{15}c$	120 0	(119 56)	-
Na_2SO_4	rhomb.	0,5918 : 1 : 1,250	1 : 1,6898 : 0,5619	$a:b:\frac{4}{15}c$	(118 46)	(121 20)	Mitscherl.
Ag_2SO_4	-	0,5712 : 1 : 1,238	1 : 1,7507 : 0,5779	-	(120 32)	(119 58)	-
Ag_2SeO_4	-	0,5945 : 1 : 1,256	1 : 1,6821 : 0,5634	-	(118 32)	(120 12)	-
***) Am_2CrO_4	-	0,6551 : 1 : 1,3970	1 : 1,5265 : 0,5685	-	(113 32)	(120 46)	Wyroub.
Na_2SeO_4	-	0,602 : 1 : 1,226	1 : 1,6611 : 0,5481	-	(117 54)	(122 59)	Mitscherl.

Anm. zu der Tabelle: Col. III gewöhnliche Stellung; Col. IV wird erhalten, wenn das ursprüngliche Axenverhältniss (Col. III) in der Weise modificirt wird, wie Col. V angiebt. In Col. VI und VII bedeuten die eingeklammerten Werthe, dass (110) resp. (101) und ($\bar{1}01$) nicht beobachtet worden sind. Zahlreiche Fehler in der Tabelle des Originals sind hier corrigirt. Ob alle? Der Ref.

Aus der Tabelle ist ersichtlich, dass die Aenderung der Symmetrie den »krystallographischen Typus« wenig alterirt, dass ferner die hervorgebrachten Aenderungen eher durch die verschiedenen eintretenden Metalle hervorgerufen werden, als durch die Säureradicale, die sogar, ob mit einer oder mehreren Molekeln in der Verbindung vorhanden, eine nur geringe formändernde Wirkung bekunden. Blos in den Ammoniumsalzen der verschiedenen Säuren treten grössere Abweichungen hervor.

IX. Von der Reihe der Doppelsulfate, denen die allgemeine Formel $MLiSO_4$ ($M = K$, Na, Rb, Am etc.) zukommt und von denen gegenwärtig vier verschiedene Salze, darunter ein dimorphes, bekannt sind, hat Verf. im Vorhergehenden (V) zwei Glieder beschrieben, während Herr Arch. Scacchi vor ihm auch die übrigen studirt hatte, indess ohne über dieselben optische Angaben zu machen.

1) $KLiSO_4$. Hexagonal. $a : c = 1 : 0,5570$. Formen: $30\bar{3}1$, $30\bar{3}2$, $10\bar{1}0$, 0001. [Die beiden ersten sind $10\bar{1}1$, $10\bar{1}2$ in (V), wo Axe c dreimal so lang.] Optisch negativ; schwach doppelbrechend.

---

*) Cs_2SO_4 gehört nach V. v. Lang's Messungen auch hierher. Der Ref.

**) Mit dem K-Salz zeigt das Ag-Salz einige Analogieen. Vergl. Schabus, Preisschrift. Wien 1855, 185. Der Ref.

***) Dieses Salz ist von Herrn Wyrouboff früher (Bull. Soc. min. de Fr. 1879, 174. Vergl. diese Zeitschr. 4, 418) als mit Am_2SO_4 nicht isomorph beschrieben, jedoch damals mit einem unrichtigen Axenverhältniss versehen worden (welches auch im Referat a. a. O. ohne Correction reproducirt wurde). Es ist nämlich statt $a : b : c = 0,4691 : 1 : 0,7405$ zu setzen $0,4690 : 1 : 0,7158$ resp. bei der hier gewählten Aufstellung: $0,4690 : 0,7158 : 1 = 0,6551 : 1 : 1,3970$. Nimmt man dagegen ein Axenverhältniss an, bei welchem $a : b : c = \frac{1}{2}c : a : \frac{1}{2}b$ des Vorigen, so hat man das von Herrn Rammelsberg (Handb. d. krystallogr.-physik. Chem. 1881, 1, 587) gewählte, d. h. $a : b : c = 0,5088 : 1 : 0,7108$, welches demjenigen vom Am_2SO_4 ähnlich ist.

2) α-$AmLiSO_4$. Rhombisch mit fast hexagonaler Symmetrie. $a : b : c = 1 : 1{,}7298 : 0{,}5624$. Formen: 331, 061, 031,* 032, 361 [entsprechend 111, 021, 011, 012, 121 in (V), wo die Axe c dreimal so lang], 110, 010. Optische Eigenschaften oben unter (V).

3) $RbLiSO_4$. Hexagonal. $a : c = 1 : 0{,}5491$. Formen: $30\bar{3}1$, $30\bar{3}2$, 0001, $10\bar{1}0$. — Krystalle unvollkommen entwickelt, Prismen stark gestreift, nicht messbar.

	Berechnet:	Gemessen:
$30\bar{3}2 . 0001$	—	*43° 34′
$30\bar{3}1 . 0001$	62° 16′	61 57
$30\bar{3}1 . 30\bar{3}2$	18 42	18 19

Optisch negativ. Durch Erwärmung auf etwa 120° wird das Kreuz des einaxigen Interferenzbildes dislocirt.

4) $NaLiSO_4$. Hexagonal. $a : c = 1 : 0{,}5624$*). Formen: $10\bar{1}0$, $11\bar{2}0$, 0001, $10\bar{1}1$, $22\bar{4}3$.

$$10\bar{1}1 . 0001 = 33^0\ 0'$$
$$22\bar{4}3 . 0001 = 36\ 52$$

Herr Scacchi fand keine Analogieen mit dem K-Salze. Dieselben treten aber deutlich hervor, wenn man die Werthe $(10\bar{1}1 . 0001)$ resp. (111 . 001) für die drei obigen Salze berechnet und mit denen des Na-Salzes vergleicht. Es ist nämlich:

	$KLiSO_4$	$RbLiSO_4$	$NaLiSO_4$		$AmLiSO_4$
$10\bar{1}1 . 0001$	32° 45′	32° 23′	33° 0′	111 . 001	32° 42′
und $a : c$	1 : 0,5570	1 : 0,5491	1 : 0,5624		1 : 0,5559

Das Na-Salz wird erhalten durch Eindampfen einer Lösung über 50° bei Gegenwart freier Schwefelsäure (60 Theile auf 100 Theile des Salzes). Die Krystalle sind optisch positiv.

5) β-$AmLiSO_4$. Rhombisch. $a : b : c = 1 : 1{,}672 : 0{,}4877$. Formen: 010 (danach vollkommene Spaltbarkeit), 100, 230, 310, 110, 101, 201, 021, 111, 221.

$110 . 1\bar{1}0$	61° 46′
021 . 001	30 15
111 . 001	29 36
201 . 001	44 17
101 . 001	26 0

Wie ersichtlich, sind hier drei Zonen mit Winkeln von nahezu 60°. Die Gestalt aus 111 und 021 gebildet nähert sich somit einer hexagonalen Pyramide und zwar einer solchen, deren Axe $a = \frac{a}{\cos 30^0}$ des $NaLiSO_4$, d. h. = der Axe a' der umschriebenen Pyramide zweiter Stellung $(11\bar{2}2)$, indem $\frac{1}{\cos 30^0} : 0{,}5624 = 1 : 0{,}4871$.

Ausser dieser Annäherung an die Reihe der obigen hexagonalen Doppelsulfate hat β-$AmLiSO_4$ noch Analogieen mit den unter (VII) behandelten wasserfreien Sulfaten, Chromaten etc., indem es vermöge der Approximation seiner

*) Nicht 2,4606, wie in Rammelsberg's Handb. der kryst.-phys. Chem. 1881, 1, 408 angegeben. Der Ref.

Winkel zu 60^0 das Axenverhältniss $1 : \sqrt{3} : \frac{1}{\sqrt{3}}$ liefert. Dafür ist blos nöthig, die hier gewählte Stellung zu ändern, die Axe a dreimal so gross zu nehmen, sie mit b zu vertauschen und c zu verdoppeln. Es werden dann die Formen: 110, 021, 010, 100 zu 310, 101, 100, 010 und

neue Aufstellg. vorige Aufstellg.
$a : b : c = b : 3a : 2c = 1 : 1,7938 : 0,5834.$

Optische Eigenschaften — bezogen auf die neue Aufstellung. — Optische Axenebene parallel (100), erste Mittellinie positiv, normal zu (010). Dispersion sehr stark: $2V$ roth $= 36^0\ 32'$, $2V$ grün $= 49^0\ 4'$. Mittlerer Brechungsexponent, $\beta = 1,437$ (für Roth).

Wie alle dimorphen Körper, haben die beiden Modificationen von $AmLiSO_4$ verschiedene spec. Gewichte, nämlich für $\alpha = 1,164$ und für $\beta = 1,204$. Ferner gehen die beiden Modificationen in einander über, und zwar findet Verf., entgegen der Ansicht von Herrn Scacchi, dass sie nicht gleich stabil sind, dass vielmehr β viel beständiger ist und in zugeschlossenen Röhren unverändert bleibt bei sehr beträchtlichen Temperaturschwankungen, während α sich sehr leicht alterirt und opak wird *).

Anmerk. des Ref. Die Arbeiten des Herrn Wyrouboff sind nicht blos wegen der zahlreichen neuen Beobachtungen werthvoll, sie sind es in viel höherem Maasse durch die Anregung, welche sie zur Discussion der schwebenden Frage über die Beziehungen von Krystallform und physikalischen Eigenschaften einerseits zur chemischen Zusammensetzung andererseits geben. Die Folgerungen, zu denen Herr Wyrouboff gelangt, sind aber nicht immer im Einklange mit den Erklärungen, an die man zunächst gedacht haben würde, ohne auf einem »orthodoxen« Standpunkt, wie Herr Wyrouboff den meinigen bezeichnet (III), sich befinden zu müssen. — Für die Isomorphie hat die Mitscherlich'sche Theorie bisher ausgereicht, und man ist wohl kaum berechtigt, sie wegen der einen oder der anderen, vielleicht noch der Bestätigung bedürfenden Thatsache über Bord zu werfen, zumal nachdem Herr Groth durch die Entdeckung der Morphotropie bewiesen hat, dass die Isomorphie keinesfalls als allgemeines, alle zwischen Form und Zusammensetzung bestehenden Beziehungen umfassendes Gesetz angesehen werden darf. Die Isomorphie im Mitscherlich'schen Sinne bleibt trotzdem bestehen, wenn damit nur die speciellen Fälle von gleichartiger morphotropischer Modificirung der Form einer gegebenen Verbindung mit dem Austausch eines Theiles ihrer Componenten durch chemisch gleichartig sich verhaltende Radicale verstanden wird. Die morphotropische Wirkung zweier analog fungirenden Radicale ist eine auch krystallograpisch analoge in Bezug auf eine und dieselbe Verbindung, in welche sie eintreten; sie erzeugen daher analoge resultirende Körper, die als isomorph bezeichnet werden. Zu der ursprünglichen Verbindung stehen aber die neuen nicht in Beziehung der Isomorphie, sie weisen ihr gegenüber nur theilweise Analogieen auf. sind mit ihr »partiell isomorph« (Hiortdahl), »morphotrop« (Groth) oder »homöomorph«, wenn man die von Herrn Wyrouboff (IV) vorgeschlagene Bezeichnung dieser geometrischen Aehnlichkeit acceptiren will. — Herr Wyrouboff bereichert die Kenntniss der morphotropen Beziehungen durch neue werthvolle Beobachtungen, doch ist die Erscheinung selbst nicht neu: sie ist bereits durch Laurent, die Herren Pasteur, Nicklès, Alth, Hiortdahl u. A. beobachtet worden, um endlich durch Herrn Groth zuerst eine richtige Deutung zu erfahren. Nach und nach sind neue Thatsachen hinzugekommen, welche veranlassen können, die Morphotropie nicht blos auf Substitutionskörper zu beschränken, sondern sie auch auf Additions- (also auch Hydratations-) Producte auszudehnen.

*) Allem Anscheine nach stehen die beiden Modificationen im Verhältniss physikalischer Metamerie zu einander. Der Ref.

Im Original ist u. A. zu corrigiren:

S. 37, Z. 2 v. u. statt $161^0\ 37'$ $161^0\ 18'$.
- 1 - - - 0,5493 0,5491.
S. 38, - 13 - - - $147^0\ 2'$ $147^0\ 28'$ zu lesen: $147^0\ 15'$ $147^0\ 37'$. Der Ref.

Herr Wyrouboff hat also vollkommen Recht, wenn er meint, dass die Isomorphie nicht ausreicht, alle Beziehungen der Körper zu erklären, aber auch direct wendet er sich gegen die Mitscherlich'sche Isomorphie, indem er nachzuweisen sucht, dass nicht blos analog zusammengesetzte Körper (Herr Wyrouboff gebraucht consequent den Ausdruck identisch!) mit einander krystallisiren können, sondern auch solche von verschiedenem chemischem Typus, z. B. sollen (III) $Na_2CrO_4 + 2H_2O$ und Na_2SO_4 Mischungen mit 10% des letzteren Salzes als Maximum liefern. Die angeführte Analyse (45,6 CrO_3 und 5,6 SO_3) passt allerdings am Besten für 90,06% (nicht 89,9, wie im Original angegeben) $Na_2CrO_4 + 2H_2O$ mit 9,9% Na_2SO_4 (Summa = 99,96) und schliesst sowohl die Annahme von $Na_2(Cr, S)O_4 + 2H_2O$, wie von $Na_2(Cr, S)O_4 + H_2O$, welche letztere Ref. in Vorschlag brachte, aus, indem die erste Mischung in Summa 102,52% (nicht 101,1 wie im Original!), die zweite 93,1% liefern würde. Allein es sind für andere, weniger als 10% des Sulfats enthaltende Mischungen keine Bestimmungen von CrO_3 und SO_3 angeführt, und es darf wohl das erwähnte Factum vorläufig noch nicht als entscheidend angesehen werden. — Es werden weiter auch Mischungen von $Am_2Cr_2O_7$ mit $HAmSO_4$ in der Form des Bichromats und solche von $K_2Cr_2O_7$ mit verschiedenen Mengen von $HKSO_4$ in der Gestalt der ersteren beiden Salze erwähnt, doch unentschieden gelassen, ob darin nicht Gemenge vorliegen. Dies ist es aber, was zunächst sichergestellt werden müsste, bevor von einem Zusammenkrystallisiren die Rede sein dürfte. — Für das Zusammenkrystallisiren reicht in manchen Fällen, wie Herr Wyrouboff meint, eine Aehnlichkeit des Axenverhältnisses zweier Körper, auch bei verschiedener Symmetrie, aus (V). Doch möchte man hier fragen, ob es thatsächlich erwiesen ist, dass in solchen Fällen nicht dimorphe Körper vorliegen, die in reinem Zustande in ihren stabileren, aber von einander differirenden, in Mischungen dagegen in beiden Formen auftreten? Sieht man aber auch von einer eventuellen Dimorphie vollkommen ab, so drängt sich wieder die weitere Frage auf, ob es denn auch thatsächlich leichter ist, sich z. B. ein hexagonales $K_3NaS_2O_8$ in wechselnden Mengen, wenn auch nicht in unbeschränkten Verhältnissen, mit dem rhombischen K_2SO_4, welches ihm »polysymmetrisch« ist (unter polysymmetrisch versteht Herr Wyrouboff, wie oben gezeigt wurde, nicht dimorph, sondern morphotrop!), krystallisirend vorzustellen, als eine Mischung von Na_2SO_4 mit K_2SO_4, welche beide rhombisch sind, obwohl in aufeinander nicht zurückführbaren Gestalten auftretend? Giebt die verschiedene Symmetrie kein Hinderniss für die Bildung von Mischkrystallen ab, warum sollte denn in den abweichenden geometrischen Constanten ein solches erblickt werden, zumal man jedes Axenverhältniss mit einem anderen, also auch einem hexagonalen in Einklang bringen kann, wenn man es mit geeigneten Zahlen multiplicirt, wie es Herr Wyrouboff (in VII) auch schliesslich thut, von der Auffassung ausgehend, dass »das Streben nach Einfachheit unserem Geiste eigen ist, nicht aber in der Natur der Dinge liegt, da Nichts zu beweisen vermag, dass Brüche wie $\frac{1}{2}$ oder $\frac{1}{4}$ einfacher seien als etwa $\frac{2}{7}$ oder $\frac{1}{3}$« (V). Wollen wir dann nicht lieber annehmen — wie es auch neuerdings von einer Seite geschehen ist — dass überhaupt jeder Körper mit jedem anderen zusammenkrystallisiren kann? Diese Auffassung hätte den Vorzug vor einer anderen, dass damit jedes Forschen überflüssig gemacht werden würde.

Aus den in VI beschriebenen Thatsachen würde man gern für die beiden sich mischenden Verbindungen eine Trimorphie annehmen mögen, doch diese leugnet Herr Wyrouboff aufs Entschiedenste, weil es unter den mannigfaltigsten Krystallisationsbedingungen (doch wohl nicht in allen denkbaren?) nicht gelingen wollte, die Componenten in den drei Formen, welche die Mischungen darbieten, zu erhalten. Hierzu wäre zu bemerken, dass manche dimorphe Modificationen, wie Herr O. Lehmann dargethan hat, überhaupt blos innerhalb sehr eng eingeschränkter Bedingungen (z. B. innerhalb eines sehr kleinen Temperaturintervalls) sich zu bilden vermögen, die gerade so stricte eingehalten werden müssen wie z. B. diejenigen, welche zur Bildung gewisser Molekularverbindungen erforderlich sind — eine Thatsache, die Herr Wyrouboff selbst beim $K_3NaS_2O_8$ etc. betont.

Noch entschiedener erklärt sich Herr Wyrouboff gegen die von Herrn Fock (diese Zeitschr. 6, 160 ff.) gemachte Annahme von der Trimorphie der Hyposulfate des Kaliums (hexagonal) und des Thalliums (monosymmetrisch), welche u. a. auch rhombische Mischungen (die jedoch nicht stabil sind) liefern. Herr Wyrouboff findet diese Annahme hypothetisch und unbegründet, ersetzt sie aber selbst durch eine andere Hypothese, indem er behauptet, dass eines der beiden Hyposulfate dimorph sein muss und dass die gesuchte zweite Modification sich sicher erzielen lassen würde, hätte man die Krystallisationsbedingungen gehörig variirt. Warum darf oder sogar muss eines der beiden Salze dimorph sein und nicht beide trimorph? — lediglich weil bei einem

analogen Fall der Trichromate des Kaliums und Ammoniums (VI), welche ebenfalls zwei verschiedenen Systemen angehören und dreierlei Mischungen liefern, das eine Salz dimorph dargestellt werden konnte? — Ist es ferner nicht auch eine Hypothese, die Existenz eines Salzes $K_3NaCr_2O_8$ anzunehmen (V), blos weil ein $K_3NaS_2O_8$ (— ist auch dieses sicher?) existirt? — Herr Wyrouboff verfährt also gerade so wie wir es Alle thun, auch er stützt sich auf Analogiefälle, um Deductionen zu machen, und verlässt nur in der Theorie, nicht in der Praxis, den Boden der Thatsachen nicht.

Ebenso missbilligt Herr Wyrouboff Herrn Fock's Ansicht (a. a. O.), dass, wenn $3KCl, TlCl_3 + 2H_2O$ und $3KCl, InCl_3 + 1\frac{1}{2}H_2O$, die ausserordentlich nahekommende Gestalten besitzen, Mischungen liefern, deren Wassergehalt $1\frac{1}{2}H_2O$ ist (nicht $2H_2O$, wie Herr Wyrouboff durch ein Versehen angiebt), es eine Tl-Verbindung mit $1\frac{1}{2}H_2O$ geben müsse, derjenigen des entsprechenden Indiumsalzes vollkommen analog und mit ihr isomorph. Es wären, ruft Herr Wyrouboff aus, demnach die Tl-Verbindungen mit $1\frac{1}{2}$ und mit $2H_2O$ ebenfalls einander isomorph? — Nein, sie müssten zu einander gerade in derselben Beziehung stehen, wie die wasserfreien und in verschiedenem Grade hydrirten Alkalichromate und -Sulfate, die Herr Wyrouboff selbst beschrieben hat (II); sie sind morphotrop gerade so wie z. B. die von den Herren Streng und W. Fresenius untersuchten Zeolithe, die, trotz verschiedenen Wassergehaltes, kaum wahrnehmbare Abweichungen in ihren Winkelwerthen aufweisen. Herr Fock hat also die »neuen Thatsachen« keinenfalls einer »Tortur unterworfen, um sie in den Rahmen der alten Anschauungen hineinzuzwängen«!

Herr Wyrouboff hat ferner die These vertheidigt, dass, wenn dimorphe Körper isomorphe Mischungen liefern, sie sich weder geometrisch noch optisch beeinflussen. Für die eine der beiden von ihm zum Beweise herangezogenen Gruppen, nämlich für die Vitriole der zweiwerthigen Elemente der Magnesium-Eisengruppe mit $7H_2O$, hat er selbst (I) durch neue Versuche seine ursprüngliche Annahme widerlegt. Ebenso dürfte es sich wohl auch mit der zweiten Gruppe (KNO_3 und $NaNO_3$) verhalten, oder es müssten diese Körper in ihrer eventuellen gegenseitigen Nichtbeeinflussung gerade einen interessanten exceptionellen Fall darbieten.

Was schliesslich die Annahme betrifft (IX), dass $RbLiSO_4$ zugleich rhombisch und hexagonal ist, so dürfte dies schon deswegen nicht ganz correct sein, weil die Substanz bei gewissen Temperaturen einaxig, bei anderen zweiaxig ist. Es dürfte wohl eher anzunehmen sein, dass die Substanz thatsächlich dimorph ist, wenn man nicht annehmen will, dass die Temperaturänderungen Anomalieen erzeugen, ähnlich wie der Druck sie im entgegengesetzten Sinne bewirkt. Dies verhindert nicht, dass bei Rückkehr zur anfänglichen Temperatur auch die ursprüngliche Symmetrie wieder hergestellt wird. Es wären temporäre Aenderungen der Symmetrie (Paramorphosen, Dimorphie), gerade so wie bei zweiaxigen Substanzen temporäre Aenderungen der Lage der optischen Axenebene stattfinden kann (Gyps, Feldspäthe etc.), was noch keinesfalls berechtigt ganz allgemein zu sagen, dass $RbLiSO_4$ gleichzeitig zwei Krystallsystemen angehört, wie wir auch nicht allgemein sagen würden, dass beim Gyps die optischen Axenebenen für verschiedene Farben gekreuzt zu einander liegen. Wie die Aenderung der Lage der optischen Axenebene eine permanente werden kann, dürfte wohl auch eine permanente Aenderung der hexagonalen Symmetrie des Rb-Salzes in die rhombische erzielt werden, wodurch aber weder ein allmählicher Uebergang aus einem System ins andere, noch ein gleichzeitiges Angehören zu beiden nachgewiesen werden würde.

Ref.: A. Arzruni.

8. A. Michel-Lévy (in Paris): **Ueber den zonaren Aufbau der Feldspäthe** (Sur les positions d'intensité lumineuse égale dans les cristaux maclés, entre les nicols croisés, et application à l'étude des bandes concentriques des feldspaths. Comptes rendus **94**, 93, 1882. — Sur les bandes concentriques des feldspaths; Ebenda, S. 178). Der zonare Aufbau der triklinen Feldspäthe soll nach den Ausführungen des Verf. geeignet sein, die Unhaltbarkeit der Tschermak'schen Feldspaththeorie darzuthun. Bekanntlich wird die Thatsache, dass die Auslöschungsrichtungen in den aufeinander folgenden Zonen nicht mit einander zusammenfallen, von den Anhängern der Tschermak'schen Theorie aus einer chemischen Differenz der verschiedenen Zonen erklärt (vergl. z. B. Höpfner, Neues Jahrb. für Min. 1881, **2**, 180 etc.). Da aber der Verf. auch bei dem Albit

und Anorthit einen gleichen zonaren Aufbau wie bei den Zwischengliedern, den Kalknatronfeldspäthen, beobachtet hat, scheint ihm jene Erklärung nicht ausreichend zu sein. Er hat vielmehr bei Feldspäthen der verschiedensten Gesteine gefunden, dass, wenn einem solchen zonar aufgebauten Feldspath Zwillingslamellen nach dem Albit- und dem Periklingesetze eingeschaltet sind, diese Lamellen gewöhnlich gleichzeitig mit den Zonen auslöschen, vorausgesetzt, dass die untersuchten Platten sehr dünn sind, und er glaubt deshalb, dass die Zonen in den Feldspäthen aufzufassen seien als eine submikroskopische Vereinigung von solchen Zwillingslamellen, und die einzelnen aufeinander folgenden Zonen sich also in chemischer Hinsicht nicht von einander unterscheiden. Dass die einzelnen Zonen in der That chemisch identisch sind, ist aber noch nicht erwiesen und damit die Unhaltbarkeit der Tschermak'schen Theorie noch nicht dargethan. Dagegen ist der theoretische Nachweis erbracht, dass Vereinigungen von Zwillingslamellen die gleichen optischen Erscheinungen hervorzubringen im Stande sind, wie sie die Zonen in den Plagioklasen aufweisen. Der theoretische Nachweis stützt sich auf Gleichungen, die Verdet's Vorlesungen über phys. Optik entlehnt sind.

Ref.: H. Bücking.

4. **J. Thoulet** und **H. Lagarde** (in Nancy): **Ueber die Bestimmung der Wärmeleitungsfähigkeit** (Recherches expérimentales sur la conductibilité thermique des mineraux et des roches; Comptes rendus 1882, **94**, 1047. — De l'évaluation de la conductibilité thermique par la mesure des temps pendant l'état variable. Ebenda, S. 1048). Thoulet schlägt zur Bestimmung der Wärmeleitungscoefficienten von Mineralien folgendes Verfahren vor: Es werden von dem zu untersuchenden Mineral Platten von 7—15 mm Dicke hergestellt, mit einer dünnen Zinnfolie belegt und auf der Oberseite mit Tröpfchen von (bei 50° schmelzendem) Stearin und (bei 84° schmelzendem) Wachs versehen. Die so präparirten Platten werden auf eine constante Wärmequelle — bei seinen Versuchen auf einen Eisenstab, dessen Temperatur bei den verschiedenen Versuchsreihen zwischen 100 und 160° variirte — gelegt, und es wird nun die Zeit bestimmt, welche zwischen dem Schmelzen des Stearins und dem Schmelzen des Wachses verstreicht. Aus diesem Zeitintervall und aus den Dimensionen der Platte wird dann der Wärmeleitungscoefficient der Substanz berechnet nach einer Methode, welche Lagarde in der zweiten citirten Abhandlung mathematisch abzuleiten versucht. Der Wärmeleitungscoefficient wurde so für drei Substanzen bestimmt; für Glas zu 2,66, für Schmiedeeisen zu 10,26 und für Anhydrit zu 4,56.

Ref.: H. Bücking.

5. **G. Nordenström** (in Stockholm): **Fund von gediegenem Gold in der Falu-Grube** (Geol. Fören. Förhandl. **6**, 59—69). Gold war schon längst aus der Falu-Grube bekannt, ohne dass die Art des Vorkommens ermittelt war; erst 1881 wurde es in recht reichlicher Menge auf eine solche Weise gefunden, dass die Art des Vorkommens bekannt worden ist. Es kommt nämlich nicht, wie man früher gern annehmen wollte, in den übrigen Erzen chemisch gebunden vor, sondern gediegen, an gewissen Stellen der Grube im sogenannten »Hartmalm«, d. i. grauem Quarz mit eingesprengtem Kupferkies und Magnetkies mit verstreuten Partien von milchweissem Quarz, in welch' letzterem speciell das gediegene Gold in Körnern von nicht selten mehreren Millimetern Länge auftritt, oft von

einem eigenthümlichen, aus Selen, Schwefel, Wismuth und Blei bestehenden Mineral begleitet.

Ref.: W. C. Brögger.

6. **Fr. Svenonius** (in Stockholm): **Bronzit von Frostviken, Kirchspiel Jämtland** (Schweden) (Geol. Fören. Förhand. **6**, 204—207; mit einer Tafel). In einer in Olivinfels auftretenden Masse von Talk fand Verf. ein grünschwarzes Mineral, welches sich durch nähere Untersuchung als Bronzit erwies; das Mineral zeigt folgende Spaltungsrichtungen: 1) eine pinakoidale Spaltbarkeit mit stark schillerndem Glanz und rhombisch gestreift, 2) senkrecht darauf eine zweite pinakoidale Spaltbarkeit, auch stark glänzend, 3) zwei symmetrisch von der letzteren halbirte faserige Brüche, welche die Ursache der rhombischen Streifung der ersterwähnten Spaltbarkeit sind. — Die optischen Axen liegen in der rhombisch gestreiften Spaltbarkeitsebene. Unter dem Mikroskop sieht man, dass der ursprüngliche Bronzit zum grossen Theil in Chrysotil umgewandelt ist; die Chrysotilfasern bilden ein stellenweise ganz regelmässiges Gewebe, mit Anordnung der Fasern ungefähr nach den drei rhombischen Hauptschnitten der Grundpyramide (?) des Bronzits. Diese Umwandlung in Chrysotil ist es, welche die eigenthümlichen Spaltbarkeitsverhältnisse bedingt.

Ref.: W. C. Brögger.

7. **Derselbe: Notiz über Uranpecherz von Digelskär** (in der Nähe von Stockholm) (ibid. S. 207—209). In einem gewöhnlichen Pegmatitgang wurden neben Monazit und Magnetit ein paar Krystalle von Uranpecherz gefunden. Spec. Gewicht = 7,462. Combination $\infty O \infty$ (100) mit Abstumpfung der Ecken durch O(111).

Ref.: W. C. Brögger.

8. **Mats Weibull** (in Lund): **Einige Manganmineralien von Vester-Silfberget in Dalarne** (Geol. Fören. Förhandl. **6**, 499—509). — In einem feinkörnigen Gneiss (Granulit) oder Glimmerschiefer finden sich bei Vester-Silfberget hier und dort Anhäufungen von Kalk, Manganspath, Magnetit, Igelströmit, ferner Granat, Pyroxen und Amphibol u. s. w.

I. Igelströmit.

Dieses Mineral ist recht verbreitet und bildet grauschwarze, krystallinische Massen von unregelmässig schaliger Structur. Glanz zwischen Glasglanz und Fettglanz, Bruch splittrig. Kantendurchscheinend mit gelblicher Farbe. Spaltbarkeit in zwei Richtungen, welche mit einander ungefähr 49° bilden sollen, und ganz undeutlich scheinbar senkrecht auf diesen beiden Richtungen. Strich graugelb. Spec. Gewicht = 4,17 (14°). — Im Dünnschliff durchsichtig mit graugelber Farbe, schwach pleochroitisch, mit sehr lebhaften Interferenzfarben; die Schliffläche ist uneben und ungefähr wie am Olivin, und das Mineral zeigt sich von Magnetitkörnchen und Kalk-Manganspath etwas verunreinigt (ungefähr 2 %). — Schmilzt durch starke Erhitzung zu einer schwarzen Schlacke; löst sich, obwohl schwierig, in Salzsäure unter Ausscheidung von Kieselsäuregallerte. — Die Analysen, wobei in I. das Mineral mit Natron-Kali-Carbonat aufgeschlossen, in II. und III. in Salzsäure gelöst wurde, ergaben:

	I.	II.	III.
SiO_2	29,94	—	29,24
FeO	46,88	47,24	—
MnO	18,83	—	18,86
MgO	3,01		
($CaCO_3$)	1,14		
	99,80		

Die Sauerstoffverhältnisse sind also:

$$SiO_2 : FeO : MnO\,(MgO) = 15,78 : 10,48 : 5,45,$$

entsprechend

$$\frac{2Fe_2}{(Mg_2)} SiO_4 + \frac{Mn_2}{(Mg_2)} SiO_4.$$

Eben wegen dieses Verhältnisses von $Fe_2 : Mn_2 = 2 : 1$, das in dem Knebelit ungefähr $= 1 : 1$ ist, schlägt Verf. den neuen Namen Igelströmit vor.

II. Manganhaltiger Thonerdegranat.

In erbsengrossen Stücken von gerundeter Form, in Manganhedenbergit eingesprengt.

SiO_2	36,03
Al_2O_3	20,91
FeO	21,26
MnO	17,79
CaO	4,43
	100,42

III. Silfbergit.

Zusammen mit Igelströmit und nicht selten eingewachsen in diesem kommt häufig ein honiggelbes, glänzendes Mineral, in langen Krystallnadeln oder in grösseren derben Massen mit Spaltbarkeit nach einem Hornblendeprisma vor. Starker Glasglanz an Krystallflächen, durchsichtig, Strich fast weiss. Härte = 5,5. Spec. Gewicht = 3,446 (17°). — Im Dünnschliff rein hellgelb gefärbt, schwach pleochroitisch. Von Säuren unvollständig zersetzt; unschmelzbar. Die Analyse ergab (Mittel von drei Theilanalysen):

SiO_2	48,83
FeO	30,49
MnO	8,34
MgO	8,39
CaO	1,74
Glühverlust	0,44
	98,23

Fluor oder Alkalien waren nicht vorhanden.

Diese Analyse entspricht sehr nahe der Formel:

$$4FeSiO_3 + 2(Mg, Ca)SiO_3 + MnSiO_3.$$

Verf. schlägt für dieses Mineral den Namen Silfbergit vor; er stellt dasselbe wegen der chemischen Zusammensetzung, »Krystallform und übrigen physi-

kalischen Eigenschaften« in die Nähe des Anthophyllits. [Leider ist aber nicht angegeben mit welchem Recht, indem nicht durch optische Untersuchung festgestellt wurde, ob das Mineral sich rhombisch verhält. Der Ref.]

IV. Manganhedenbergit.

Graugrün, äusserst leicht spaltbar nach dem gewöhnlichen Pyroxenprisma $\infty P : \infty P$ ungefähr 92° 50'), Strich grünlich-hellgrau. Härte = 5, spec. Gewicht = 3,55 (18°). Im Dünnschliff hell gelbgrün, nicht pleochroitisch. — Schmilzt schwierig zu einer dunkeln Masse, unvollständig von Säuren zersetzbar. Begleitet häufig Igelströmit. — Die Analysen gaben:

SiO_2	48,29	—
FeO	24,01	—
MnO	6,47	6,48
CaO	17,69	—
MgO	2,83	—
$(Na, K)_2O$	—	0,22
	99,51	

entsprechend:

$$2(FeSiO_3 + CaSiO_3) + (Mn, Mg)SiO_3.$$

V. Kalkmanganspath.

Dieses Mineral ist von praktischer Bedeutung bei dem Grubenbetrieb von Vester-Silfberget und findet sich reichlich mit Magnetit gemischt überall in diesem Grubenbezirk. Im frischen Bruch weiss, wird es bei der Zersetzung schliesslich fast ganz schwarz durch Bildung von Manganschwärze (Gemisch von Manganoxyd- und Eisenoxydhydrat). Spec. Gewicht = 3,009 (15°). Zwei Stufen von derselben Grube (Slädbobergsgrube) gaben:

CO_2 (Verlust)	40,72	40,45
MnO	24,32	24,89
FeO	7,08	6,82
CaO	26,82	26,60
Ungelöst in HCl	1,06	1,24
	100,00	100,00

Also recht nahe entsprechend $(Mn, Fe)CO_3 + CaCO_3$.

Inwiefern Hausmannit oder Jakobsit mit dem Mangankalkspath zusammen vorkommt, musste Verf. unentschieden lassen; das in demselben als Verunreinigung auftretende Mineral ist nach einer Analyse des Verf. jedenfalls Magnetit.

VI. Wad.

Tritt als Zersetzungsproduct des Mangankalkspaths auf. Eine Analyse gab:

CaO	4,38
Mn_2O_3	61,56
Fe_2O_3	20,51
H_2O	8,43
Ungelöst in HCl	3,23
	98,11

Unter der Annahme, dass der CaO-Gehalt als Substituent für Manganoxydul in Mn_2O_3 ($= MnOMnO_2$) eingeht, berechnet Verf. hieraus die Formel:

$$3Mn_2O_3H_2O + Fe_2O_3H_2O.$$

Ref.: W. C. Brögger.

9. A. Sjögren (in Jakobsberg): **Mineralogische Notizen, VI. a. Ueber Ganomalit, b. Ueber Tephroit*)** (ibid. S. 531—542).

G. Lindström (in Stockholm): **Untersuchung des Ganomalit von Jakobsberg** (ibid. S. 662—664).

In seiner Abhandlung beschreibt A. Sjögren zuerst das Vorkommen des Ganomalit. Bei Jakobsberg kommt der Ganomalit innig mit braunem Glimmer (Manganophyll), Jakobsit und Kalkspath gemischt vor, bei Longban in Kalkspathführenden Schichten zusammen mit grauem Tephroit, Schefferit, Manganophyll, gelbem Granat, Richterit, Skapolith, gediegenem Blei, Cerussit, Hausmannit, Jakobsit und Braunit. Verf. betrachtet den Ganomalit sowohl hier als bei Jakobsberg als ein ursprüngliches Mineral und meint, dass sowohl das gediegene Blei als einige andere Bleimineralien von Longban vielleicht durch Zersetzung des Ganomalit gebildet seien.

Unter dem Mikroskop zeigt sich der Ganomalit optisch einaxig mit positivem Charakter; die Krystalle bilden relativ ausgezogene tetragonale Prismen $\infty P(110)$ und $\infty P4(410)$ (?), bisweilen mit einer niedrigen Pyramide ($\infty P : P = 110 : 111$ = circa 45^0 nach Messung unter dem Mikroskop) und Basis. Spaltbarkeit recht deutlich nach $\infty P(110)$ und $0P(001)$. Härte ungefähr = 3. Das Mineral ist sehr spröde und giebt beim Schleifen eines Dünnschliffes eine rauhe Oberfläche. Sehr stark lichtbrechend. — Farblos, bisweilen mit grauem Anstrich, fettglänzend bis glasglänzend. Schmilzt leicht in dünnen Splittern schon in einer Kerzenflamme, vor dem Löthrohre auf Kohle giebt es Bleibeschlag und kleine Bleikugeln. Löslich in Salpetersäure beim Erwärmen unter Ausscheidung von Kieselsäuregallerte. — Die von A. Sjögren mitgetheilten Analysen waren nicht an reinem Material ausgeführt und deshalb ungenau, indem das innig mit Manganophyll etc. verwachsene feinkörnige Mineral sich auf gewöhnliche Weise nicht rein auslesen liess.

G. Lindström verschaffte sich durch die Thoulet'sche Lösung vollständig reines Analysenmaterial. Seine Analyse gab:

SiO_2	18,33
PbO	68,80
CuO	0,02
MnO	2,29
Al_2O_3	0,07
Fe_2O_3	0,12
CaO	9,34
MgO	0,11
Alkalien (namentl. K_2O)	0,10
P_2O_5	0,04
Cl	0,24
Glühverlust	0,57
	100,03
$\div O$ (entspr. dem Cl-Gehalt)	0,05
	99,98

*) Die Mittheilung über den Tephroit ist schon in dieser Zeitschr. 8, 241 erschienen.

Die kleine Cl-Menge erfordert 0,70 % Pb, entsprechend 0,75 % PbO; wird diese Menge von dem Bleioxydgehalt subtrahirt, so erhält man, wenn auch die kleinen als Verunreinigungen zu betrachtenden Mengen von Thonerde und Eisenoxyd abgezogen werden, folgende Sauerstoffportionen:

O in SiO_2	9,78	
- - PbO	4,88	
- - CuO	0,004	3,254
- - MnO	0,52	
- - CaO	2,67	
- - MgO	0,04	
- - K_2O	0,02	

Die Sauerstoffproportion in SiO_2, PbO und den übrigen Basen ist demnach

3,006 : 1,500 : 1,000 oder sehr nahe 3 : 1,5 : 1,

entsprechend

$$3PbO.2SiO_2 + 2RO.SiO_2 = (Pb_3Si_2O_7 + R_2SiO_4).$$

Drei Bestimmungen des spec. Gewichtes gaben 5,722, 5,730 und 5,762.

Ref.: W. C. Brögger.

10. G. Lindström (in Stockholm): **Analysen des Cancrinit von Siksjöberg in Särna** (Dalarne, Schweden) (ibid. S. 549—550). In dem von Dr. A. E. Törnebohm beschriebenen*) eigenthümlichen Gestein des Siksjöbergs, von ihm Cancrinit-Aegirinsyenit genannt, tritt Cancrinit als ursprünglicher, wesentlicher Bestandtheil in wohl begrenzten Nadeln auf, und zwar in grosser Menge. — Eine aus diesem Gestein mittelst der Thoulet'schen Lösung gewonnene reine Quantität des vollständig frischen Minerals (spec. Gewicht = 2,45) gab dem Verf.:

SiO_2	38,25
Al_2O_3	26,16
Fe_2O_3	0,35
CaO	4,78
MgO	0,14
Na_2O	20,36
K_2O	0,71
CO_2	6,42
H_2O	3,31
SO_3	0,54
P_2O_5	0,03
Cl	0,08
Mn	Spur
	101,13

Ref.: W. C. Brögger.

11. Hj. Sjögren (in Upsala): **Krystallographische Studien. V. Ein eigenthümliches Kalkspathvorkommen von Hille Kirchspiel in Gestrikland** (Schweden) (ibid. S. 550—556). — Die gelblichen, stark phosphorescirenden Krystalle

*) Geol. Fören. Förhandl. Stockholm 6, 383 ff.

dieses Vorkommens sind bis 110 mm lang, angeblich mit der Combination: $R17$, $-2R$, $-2R2$, $-2R\frac{16}{3}$ oder $2R\frac{11}{2}$, $\infty P2$ und ∞R.

Von diesen Formen herrscht $R17$, $\varrho d(9.8.\bar{1}\bar{7}.1)$ vor den übrigen, nur als relativ unbedeutende Abstumpfungen auftretenden Formen vor; diese Form wurde aus der Zone $R.\infty P2$ und aus dem stumpfen Polkantenwinkel (gemessen 55° 1′ und 54° 12′, berechnet 55° 58′ 4″) bestimmt. — Das Skalenoëder $-2R2$, $\varrho i(31\bar{4}1)$ wurde vom Verf. dadurch bestimmt, dass 1) seine Polkante von dem Spaltungsrhomboëder R gerade abgestumpft werden soll, 2) dass es mit dem Rhomboëder $-2R$ gemeinsame Mittelkanten habe. Diese beiden Bestimmungen heben einander aber gegenseitig auf, denn wenn die Polkanten des Skalenoëders wirklich von den Spaltungsflächen von R gerade abgestumpft werden, kann es nicht der Serie angehören, welche mit dem Rhomboëder $-2R$ gemeinsame Mittelkanten neben höherer Verticalaxe besitzt, indem eben $-2R$ selbst ja an den Polkanten von R gerade abgestumpft wird: wenn es aber der Skalenoëderserie, welche aus $-2R$ sich ableitet, angehörig sein sollte, kann es nicht an den Polkanten von R gerade abgestumpft werden. Welches Skalenoëder in der That vorliegt, lässt sich aber durch die Angaben des Verf. nicht bestimmen. — Die Bestimmung des Skalenoëders, welches als $2R\frac{16}{3} = \varrho d(19.13.\bar{3}\bar{2}.2)$ oder $2R\frac{11}{2} = \varrho d(13.9.\bar{2}\bar{2}.2)$ angeführt ist, gründet sich auf die Messungen des stumpfen Polkantenwinkels = 47° 40′ und des Winkels zwischen $R17$ und dem betreffenden Skalenoëder = 4° 33′. Für diese beiden Winkel fordert die erstere Form: 47° 20′ 22″ und 4° 51′ 40″, die letztere: 47° 43′ 54″ und 3° 25′ 51″. Es ist aber offenbar, dass diese Bestimmungen beide ganz unsicher sind, indem ein so stumpfer Winkel, wie der letztere, neben dem Polkantenwinkel als Grundlage der Berechnung angenommen ist, um so mehr, weil Verf. selbst angiebt, dass die Flächen von $R17$ etwas gerundet sind, was auch aus den oben angeführten Messungen (55° 1′ und 54° 12′ an verschiedenen Stellen derselben Flächen) hervorgeht.

Die beigefügte Figurentafel enthält drei Figuren; an Fig. 3 ist am Ende neben $R17$ anstatt der oben erwähnten Formen nur ein negatives Rhomboëder ($-R$?) gezeichnet, welches im Texte gar nicht erwähnt ist. Sollte hier vielleicht $-R$ statt des Spaltrhomboëders $+R$ eingezeichnet sein?

Verf. macht schliesslich auf die Analogie mit dem von Websky beschriebenen Vorkommen von Striegau aufmerksam.

Ref.: W. C. Brögger.

12. **Th. Münster** (in Kongsberg): **Bemerkungen über die Kongsberger Mineralien** (Nyt Magazin f. Naturw. **27**, 309—322, Kristiania 1883). Verfasser, welcher als Custos der Mineraliensammlung der berühmten Silbergruben Kongsbergs gute Gelegenheit zum Studiren der Mineralienvorkommnisse hatte, liefert in der vorliegenden Abhandlung eine Beschreibung über die neuesten Mineralfunde im »Nordgangen« in Gottes Hülfe in der Noth-Grube, Kongsberg, und erwähnt dabei folgende Mineralien: Quarz, Flussspath, Schwerspath, Kalkspath, Laumontit, Adular, Albit, Axinit, Helminth, Silber, Bleiglanz, Melanglanz, Silberglanz, Kupferkies, Magnetkies, Eisenkies, Zinkblende, Anthracit. Eine vollständige krystallographische Beschreibung der einzelnen Mineralien ist nicht beabsichtigt; dagegen suchte Verf. die Altersfolge der resp. Mineralien nicht nur in »Nordgangen«, sondern auch von den übrigen Gängen, welche unter Gottes Hülfe in der Noth-Grube zusammengefasst werden, genauer festzustellen; seine Resultate sind in

einer Tabelle zusammengestellt. **Kalkspath** kommt in vier verschiedenen Altersstufen vor: 1) R (allein oder fast allein), dann 2) $0R.R$; dann 3) $R3$, $\frac{1}{4}R3.\frac{16}{3}P2$, endlich 4) $\infty R.-\frac{1}{2}R$. — Genauere Einzelbeschreibungen der zum Theil sehr flächenreichen Krystalle dieses Fundes will Verf. später liefern.

Ref.: W. C. Brögger.

18. Hj. Sjögren (in Upsala): **Beitrag zur Kenntniss der Krystallform des Katapleit** (Oefvers. af kgl. Vet. Acad. Förhandl. 1882, Nr. 7, S. 59, 62. Mit einer Tafel). Die untersuchten Krystalle, aus der Gegend von Brevik, sind ungefähr 5 mm dicke, 2—4 cm grosse Tafeln von graulichblauer Farbe, nur in dünnen Splittern etwas durchscheinend, ohne die beim gewöhnlichen, gelben bis rostbraunen Katapleit allgemeinen Absonderungsflächen nach $0P$. — Die Combination ist: $0P(0001)c$, $\infty P(10\bar{1}0)d$, $P(10\bar{1}1)p$, $\frac{1}{2}P(10\bar{1}2)o$, $2P(20\bar{2}1)x$. — Da o und x zu wenig ausgebildet waren, um gemessen werden zu können, ist die Angabe dieser Flächen wohl in der Analogie mit der von Dauber beschriebenen Combination begründet. Der Winkel $P : 0P$ wurde gemessen zu 57° 35′ an den beschriebenen Krystallen, zu 57° 33′ an Krystallen der gewöhnlichen gelben Varietät (Dauber giebt 57° 19,′6 an), woraus:

$$a : c = 1 : 1,3628 \text{ (nach Dauber: } 1 : 1,3593).$$

Ausserdem wurde gemessen $\infty P : P = 32^0\ 31'$ (berechnet $32^0\ 26'$) und $\infty P : \infty P = 59^0\ 56'$ (berechnet 60^0); [in der beigefügten Winkeltabelle der berechneten Werthe sind für die Polkantenwinkel der Pyramiden $\frac{1}{2}P$, P, $2P$ unrichtig die wirklichen statt der Supplementwinkel angegeben. Der Ref.].

Zwillingskrystalle waren früher am Katapleit nicht bekannt. Verf. meinte nun solche, und zwar nach zwei verschiedenen Gesetzen nachweisen zu können: 1) Zwillingsfläche $2P$ an den gewöhnlichen gelben, und 2) Zwillingsfläche P an den blauen Krystallen. [Da diese beiden Gesetze nur an je einem Krystallbruchstück bestimmt sind, und nicht durch Zonen controlirt wurde, ob in der That Zwillinge vorliegen, dürfte die Bestimmung dieser Zwillingsgesetze noch fraglich sein. Der Ref.] Das erste Gesetz wurde nämlich durch approximative Messungen an Abdrücken von Siegellack bestimmt:

$$c^{I} : c^{II} = 63^0\ 23' \text{ (berechnet } 64^0\ 52').$$

An einem gelben Krystall wurde gemessen:

$$c^{I} : c^{II} = 34^0\ 13' \text{ (berechnet } 35^0\ 16').$$

[An beiden Stellen steht $a : a'$, muss nach der angegebenen Signatur sein: $c : c'$].

Schliesslich wird erwähnt, dass sowohl die blauen als die gelben Krystalle sich in dünnen Platten optisch einaxig, positiv, zeigen.

[An den drei Figuren der Tafel sind überall die Flächen von ∞P durch die Signatur p statt d bezeichnet.]

[Ref., welcher selbst in einer grösseren Arbeit, einer Monographie über die Mineralien der Gänge des südnorwegischen Augitsyenits, den Katapleit bearbeiten will, behält sich vor, in dieser Arbeit weitere Bemerkungen über den Katapleit, namentlich über seine Zwillingsgesetze, chemische Zusammensetzung und bemerkenswerthe Relationen zum Tridymit mitzutheilen.]

Ref.: W. C. Brögger.

14. Derselbe: Studien über Gadolinit (Oefvers. af kgl. Vet. Acad. Förhandl. 1882, Nr. 7, S. 47—57. Stockholm. Mit 2 Tafeln). Im Sommer 1880 gelang es Herrn G. Lindström, für das Reichsmuseum in Stockholm eine ausgezeichnete Suite von Krystallen des norwegischen Gadolinit von Hitterö, Grube Igeltjärn, zu erwerben, später 1881 wurden ferner auch von einem anderen Feldspathbruch auf Hitterö, Medåsen, neue Krystalle erworben. Diese wurden vom Verf. bearbeitet und daneben auch schwedische Krystalle von Ytterby und Falu untersucht.

Hitterö.

Die Krystalle von Hitterö zeigen folgende einzelne Krystallformen:

$o = -P(111)$	$2q = 2\breve{P}\infty(021)$
$p = P(\bar{1}11)$	$q = \breve{P}\infty(011)$
$\frac{1}{2}o = -\frac{1}{2}P(112)$	$\frac{2}{3}q = \frac{2}{3}\breve{P}\infty(023)$
$\frac{1}{2}p = \frac{1}{2}P(\bar{1}12)$	$\frac{1}{2}q = \frac{1}{2}\breve{P}\infty(012)$
$d = 2\breve{P}2(\bar{1}21)$	$\frac{1}{3}q = \frac{1}{3}\breve{P}\infty(013)$
$f = -2\breve{P}2(121)$	$\frac{1}{4}q = \frac{1}{4}\breve{P}\infty(014)$
$k = -\frac{2}{3}\breve{P}2(123)$	$r = -\bar{P}\infty(101)$
$g = 3\breve{P}\frac{3}{2}(\bar{2}31)$	$s = -\frac{1}{2}\bar{P}\infty(102)$
$h = 3\bar{P}\frac{3}{2}(\bar{3}21)$	$t = \frac{1}{2}\bar{P}\infty(\bar{1}02)$
$n = \infty P(110)$	$c = 0P(001)$
$l = \infty\breve{P}2(120)$	$a = \infty\bar{P}\infty(100)$

Von diesen Formen, im Ganzen 22, sind folgende sieben neu: $k = (123)$, $g = (\bar{2}31)$, $\frac{2}{3}q = (023)$, $\frac{1}{3}q = (013)$, $\frac{1}{4}q = (014)$, $h = (\bar{3}21)$, $d = (\bar{1}21)$. Die häufigsten Formen sind: $n(110)$, $q(011)$ und $\frac{1}{2}q(012)$, ferner $o(111)$ und $p(\bar{1}11)$. Die Krystalle sind gewöhnlich in der Richtung der Verticalaxe mehr oder weniger ausgezogen und am Ende von den Klinodomen zugeschärft; diese sind jedoch gewöhnlich von $0P$ abgestumpft; neben denselben herrschen die Pyramiden $o(111)$ und $p(\bar{1}11)$ am Ende vor, in der Verticalzone ist immer das Prisma $n(110)$ vorherrschend. — Die verschiedenen Combinationen sind durch neun Figuren illustrirt. — An fünf verschiedenen Krystallen wurde gemessen:

		1.	2.	3.	4.	5.	Berechnet von Des Cloiz.:
$n:n$ =	$110:1\bar{1}0$ =	63° 56′	—	64° 8′	—	64° 13′	64° 0′
$n:o$	$110:111$	—	—	22 11	—	22 8	21 57
$n:p$	$110:\bar{1}1\bar{1}$	—	—	21 58	21° 30′	21 43	21 50
$n:c$	$110:001$	—	90° 19′	—	—	—	90 27
$o:\frac{1}{2}o$	$111:112$	—	—	16 30	—	—	16 47
$p:p$	$\bar{1}11:\bar{1}\bar{1}1$	—	—	—	—	58 37	58 44
$q:c$	$011:001$	—	53 3	—	—	—	52 49
$\frac{1}{2}q:c$	$012:001$	—	33 33	—	—	—	33 24
$\frac{1}{2}q:q$	$012:011$	—	19 25	19 21	—	19 25	19 25
$\frac{1}{2}q:q'$	$012:0\bar{1}1$	—	86 20	—	—	—	—
$q:q$	$011:0\bar{1}1$	—	—	105 40	—	—	105 38
$n:\frac{1}{2}o$	$110:221$	—	—	—	39 8	39 11	38 58
$n:\frac{1}{2}p$	$110:\bar{2}21$	—	—	—	38 44	—	38 27

Folgende genaue Messungen (mit einem Jürgensen'schen Goniometer, Ablesung 10″, ausgeführt an dem ausgezeichneten, schon früher von P. Waage

beschriebenen, in Christiania befindlichen Krystall (von England), wurden dem Verf. von Professor W. C. Brögger überlassen:

$c : p = (001 : \bar{1}11) = 67^0 52' 15''$
$p : n = (\bar{1}11 : \bar{1}10) \quad 21 \; 42 \; 10$ (Mittel von zwei Bildern; n weniger gut)
daraus: $c : n = (001 : \bar{1}10) = 89^0 34' 25''$
$n : o = (001 : \bar{1}1\bar{1}) = 22^0 11'$ (Mittel aus mehreren Bildern)
$o : c = (\bar{1}1\bar{1} : 00\bar{1}) \quad 68 \; 34 \; 10''$ (c schlecht)
daraus: $c : c = (001 : 00\bar{1})$ — $179^0 40' 25''$
$p : n = (\bar{1}\bar{1}1 : \bar{1}\bar{1}0) = 21^0 47'$ (gut)
$n : c = (\bar{1}\bar{1}0 : 001) \quad 90 \; 22 \; 10''$
$c : p = (001 : \bar{1}\bar{1}1) \quad 67 \; 48 \; 45$
$p : p = (\bar{1}11 : \bar{1}\bar{1}1) \quad 59 \; 8 \; 5$
$p : p = (\bar{1}1\bar{1} : \bar{1}\bar{1}\bar{1}) \quad 58 \; 32$ (p zwei Bilder)
$c : a = (001 : 100) \quad 89 \; 26 \; 10$
$c : \frac{1}{2}q = (001 : 012) \quad 33 \; 24 \; 15$
$c : q = (001 : 0\bar{1}1) \quad 53 \; 10 \; 20$ *)

Obwohl die Ausbildung der Krystalle also keineswegs vollkommen ist, zeigen doch die Messungen im Ganzen unzweifelhaft, dass das Mineral monosymmetrisch ist, wie schon früher von Waage und Des Cloizeaux angenommen wurde. Die Ausbildung der Krystalle zeigt auch bisweilen einen monosymmetrischen Habitus; namentlich ist $\frac{1}{2}o(112)$ ganz allgemein, während $\frac{1}{2}p(\bar{1}12)$ selten auftritt; ebenso $s(102)$ häufig, $t(\bar{1}02)$ selten. Die Form $k(123)$ ist wahrscheinlich negativ, $g(\bar{2}31)$ und $h(\bar{3}21)$ dagegen wahrscheinlich positiv u. s. w.

Die Krystalle von Hitterö sind zum Theil von bedeutender Grösse, bis 10—12 cm lang und mehr als 1 kg schwer.

Ueber die Krystalle von Ytterby und Falu wird nichts Neues mitgetheilt.

[Ref. hat aus einem ausgezeichneten Krystall von Hitterö einen Dünnschliff genau nach der Symmetrieebene verfertigt, welcher folgende Verhältnisse zeigt. Ein Theil desselben ist grün, ein anderer braun gefärbt; die Grenzen zwischen den braun- und grüngefärbten Theilen sind ganz unregelmässig, und sowohl der innerste Kern als die äussere Hülle zeigt die grüne Farbe. Der ganze Dünnschliff zeigt sich vollständig frisch, doppelbrechend. Die Auslöschung ist schief; eine Elasticitätsaxe bildet mit der Verticalaxe einen Winkel von 8—10°, und zwar so, dass dieselbe wahrscheinlich in dem spitzen Winkel zwischen der Verticalaxe und der Klinodiagonale austritt. — Wenn deshalb auch die Messungen an Gadolinitkrystallen nicht überzeugend wären, beweist diese optische Prüfung unzweifelhaft, dass der Gadolinit monosymmetrisch ist. Ich werde in einer Arbeit über die norwegischen Pegmatitgänge über die optischen Verhältnisse des Gadolinits weitere Mitteilungen liefern.]

Ref.: W. C. Brögger.

15. Derselbe: Ueber Gedrit als wesentlichen Bestandtheil in einigen norwegischen und finnischen Gesteinen (Oefvers. af kgl. Akad. Förhandl. 1882, Heft 9 u. 10, S. 5). In einem amphiboläbnlichen Gestein von Hilsen bei Snarum, Norwegen, hatte Herr A. Helland ein eigenthümliches Mineral entdeckt, welches

*) In seiner eigenen Tabelle hat Verf. theils Supplementwinkel, theils wirkliche, ebenso in der Tabelle der Messungen W. C. Brögger's grösstentheils wirkliche, zum Theil aber auch Supplementwinkel angeführt; der Winkel $c : \frac{1}{2}q$ ist unrichtig = dem Winkel $c : q$ angeführt. Der Ref.

sich durch die Untersuchung des Verf. als Gedrit erwies. Eine Analyse von Herrn G. W. Petersson gab:

SiO_2	43,92
Al_2O_3	11,34
FeO	16,81
MnO	1,47
CaO	3,02
MgO	19,14
H_2O	1,68
	97,38

Das hellbraune Mineral zeichnet sich namentlich durch ein blaues Farbenspiel (namentlich auf dem Makropinakoid) aus. — Ausser in dem Gestein von Hilsen fand Verf. später auch in krystallinischen Schiefern von Kragerö und Bamle, Norwegen, ferner von Stansvik bei Helsingfors, Finnland, ein ähnliches Mineral.

Ref.: W. C. Brögger.

16. L. J. Igelström (in Sunnemo): **Neue Mineralien von Wärmland** (Schweden) (Oefvers. af kgl. Vet. Akad. Förhandl. 1882, Heft 1 u. 2, S. 83—91).

1. Mangan-Brucit aus den Mangangruben von Jakobsberg.

Im Kirchspiel »Nordmarken«, Wärmland, findet sich eine mehrere tausend Fuss lange, einige hundert Fuss breite Ablagerung von Urkalkstein; an dieser Strecke sind die Mangangruben von Jakobsberg angelegt, um den in dem Kalkstein eingemengten Hausmannit zu verwerthen; dieser ist theils als Körner im Kalkstein zerstreut, theils hier und da in grösserer Masse angehäuft. — Derselbe ist bei Jakobsberg begleitet von: Jakobsit, Hyalophan, Piemontit, Manganophyll, Braunit, Neotokit, Kupferglanz, Cuprit, Kupfer etc. Verf. fügt zu dieser Reihe auch das neue Mineral Mangan-Brucit. Dasselbe kommt in kleinen Körnern in dem Hausmanniterz vor; keine deutliche Spaltbarkeit (?); Farbe honiggelb bis braunroth, in dünnen Splittern durchscheinend. Die mikroskopische Untersuchung zeigte, dass die Kerne der Körnchen farblos sind, weshalb die stärkere Färbung wahrscheinlich eine Oxydationserscheinung ist. Beim Glühen verliert es leicht Wasser. Die Analyse gab (wenn eine Verunreinigung von SiO_2, $CaCO_3$ abgezogen wird):

MgO	57,81
MnO	14,16
H_2O	28,00
	99,97

entsprechend ungefähr $(Mg, Mn)(HO)_2$.

2. Talktriplit von Horrsjöberg.

Findet sich in Lazulith-führendem Gestein bei Horrsjöberg als kleine gelbe oder gelblichrothe Körner, meistentheils in Lazulith eingewachsen. Durchscheinend. Härte = 5. Schmilzt vor dem Löthrohr zu einer schwarzen, metallglänzenden Kugel. Vollkommen löslich in Säuren. Wegen der innigen Mischung mit dem Gestein liess das Mineral sich nicht rein erhalten; da aber die Verunreinigungen von Quarz, Disthen, Lazulith und Rutil nicht von Säuren wesentlich

angegriffen werden, dürften die Analysen doch nicht zu sehr von den Verunreinigungen beeinflusst sein.

	I.	II.	III.
Phosphorsäure	32.82	28,8	
Eisenoxydul	16,12	—	15,40
Manganoxydul	14,86		
Kalkerde	14,91		
Magnesia	17,42		
	96,13		

Ausserdem führt das Mineral Fluor, welches nicht bestimmt werden konnte. Verf. meint, dass die wahrscheinliche Zusammensetzung entspräche der Formel:

$$R_2 . F . PO_4 .$$

Diese Zusammensetzung ist jedoch noch als recht unsicher anzusehen.

Ref.: W. C. Brögger.

Autorenregister.

Berichtigungen und Zusätze.

Zum 3. Band.

S. 383 Z. 2 v. o. lies $C^6H^4(CO.OH)(CO.C^6H^5)$.
S. 401 Z. 5 v. o. lies 0,49094 : 1 : 0,50867.

Zum 4. Band.

Taf. VIII, Fig. 7. Kante *gm* muss mit Kante *gt* nach rechts convergiren.
Taf. VIII, Fig. 8 lies »*m*(110)« statt »*m*(100).
S. 98 Z. 20 v. u. und S. 645 Z. 12 v. o. lies »Grand Morais« statt »Grand Marais«.

Zum 6. Band.

S. 40 Z. 16 v. o. lies $2V = 83^0\,38'$ für *Li*-Licht
— 35 - *Na*- -
— 32 - *Tl*- -
S. 126 Z. 3 v. u. lies $CH^3.CBr^2.COOH$.
S. 268 Z. 18 ergänze: Ber. d. d. chem. Ges. 1881, **14**, 154.

Zum 7. Band.

S. 192 Z. 13 v. u. ist die Schreibart »Turjit« richtig, nicht »Turgit«, wie im Druckfehlerverzeichniss S. 652 angegeben.
S. 279 Z. 18 v. o. lies $C^6H^5.CH^2.CHCl.COOH$.
S. 280 Z. 2 v. o. lies $C^6H^5.CHCl.CH^2.COOH$.
S. 590 Z. 19 v. o. lies »Ber. d. d. chem. Ges. 1882, **15**« statt »1882, **14**«.
S. 592 Z. 6 v. u. lies »Salzen« statt »Salze«.
Zu S. 593 Z. 13 v. u. ist zu bemerken, dass schon Herr Bärwald an Wulfenitkrystallen von Pzibram nachwies, dass sie nur Molybdänsäure enthielten (diese Zeitschrift **6**, 392 Anm.)

Zum 8. Band.

S. 2 Z. 7 v. u. lies »10,6 cm« statt »16 cm«.
S. 2 Z. 4 v. u. lies »mm« statt »cm«.
S. 10 Z. 5 v. o. lies »*Ob*« statt »*Oa*«.
S. 10 Z. 7 v. o. lies »*Oa*« statt »*Ob*«.
S. 10 Z. 8 v. o. lies »*Oa*« statt »*Ob*«.
S. 10 Z. 9 v. o. lies »*Ob*« statt »*Oa*«.
S. 10 Z. 11 v. o. lies »*Ob*« statt »*Oa*«.
S. 10 Z. 14 v. o. lies »*Oa*« statt »*Ob*« und »*Ob*« statt »*Oa*«.
S. 13 Z. 1 v. u. lies »$\sin\varphi = \frac{d}{l}$« statt »$\sin\varphi = \frac{l}{d}$«.
S. 40 Z. 5 der Flächentabelle lies »$-3\bar{P}\frac{1}{1}\frac{2}{1}$« statt »$3\bar{P}\frac{1}{1}\frac{2}{1}$«.
S. 40 Z. 1 v. u. lies »$l : g'(01\bar{2})$« statt »$l : g$«.
S. 213 Z. 10 v. u. lies »nun bis 2 %« statt »um bis 2 %«.
S. 214 Z. 10 v. o. lies »60 ccm Flüssigkeit« statt »60 ccm Salpetersäure«.
S. 215 Z. 2 u. 4 v. u. lies »des Magnesianiederschlages« statt »Danburit von Russell«.
S. 216 Z. 3 u. 4 v. o. dito.
S. 216 Z. 8, 9, 12, 13, 18, 19, 23 und 24 lies »des Magnesianiederschlages« statt »Datholith«.
S. 217 Z. 7 v. u. lies »Titration« statt »Filtration«.
S. 284 Z. 3 der obersten Tabelle lies »(C_2H_5)« statt »(C_3H_5)«.
S. 288 letzte Zeile lies »S. 283« statt »281«.

S. 312 Z. 4 ergänze: Berichte d. d. chem. Ges. 1882, **15**, 1175.

S. 319 Z. 10 v. u. lies »rhomboëdrisches Titaneisen« statt »rhombisches Titaneisen«.

S. 340 Z. 2 v. u. lies »Journ. f. prakt. Chem.« statt »Jahrb. prakt. Chem.«

S. 382 Z. 7 v. u. und S. 384 Z. 14 v. o. lies »$C_6H_5.CBr.CH.COOH$« statt »$C_6H_5.CHBr.CH.COOH$.

S. 395 Z. 12 v. u. lies »$C_9H_{10}(CH_3)NOHCl + H_2O$« statt »$C_9H_{10}(CH_3)NOCHCl + 2H_2O$«.

S. 395 Z. 13 v. u. lies »Kairin« statt »Methyl-Kairin«.

Zu S. 543 sei auf Wunsch des Herrn Verfassers die von dem Ref. gemeinte Stelle (Jahrb. 1882, II, 19—20) wörtlich mitgetheilt:

»Ausserdem wäre es aber befremdlich, dass das Prisma $\infty P(10\bar{1}0)$ nicht, wie es das gleichzeitige Auftreten der Hemimorphie und der rhomboedrischen Hemiedrie erwarten lässt, dreiflächig, sondern stets sechsflächig, und zwar gleich gross in den abwechselnden Sextanten erscheint. Fasst man aber die jetzt als Pyramiden und Prismen (soll heissen: Prisma) erster Ordnung gedeuteten Formen als solche zweiter Ordnung auf, so würde sich aus der, allerdings noch nicht beobachteten Form $\frac{1}{3}P2(22\bar{4}3)$ (in der neuen Stellung $R\infty(10\bar{1}1)$) das Axenverhältniss $a : c = 0,9364$ ergeben, was mit dem Werth $c = 0,9886$ des Millerit gut übereinstimmt. Diese Construction des Axenverhältnisses ist aber mit Rücksicht auf den Habitus aller bisher beobachteten Krystalle immerhin eine sehr künstliche zu nennen, und gegen die Annahme der rhomboëdrischen Hemiëdrie spricht auch dann noch der Umstand, dass die Fläche $2P2(11\bar{2}1)$, welche an den vorliegenden Krystallen mehrfach sich findet, fast stets in benachbarten Sextanten auftritt, wie auch aus Tabelle I zu ersehen ist.«

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.

Fig. 1.

Fig. 1a.

Fig. 1b.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 3a.

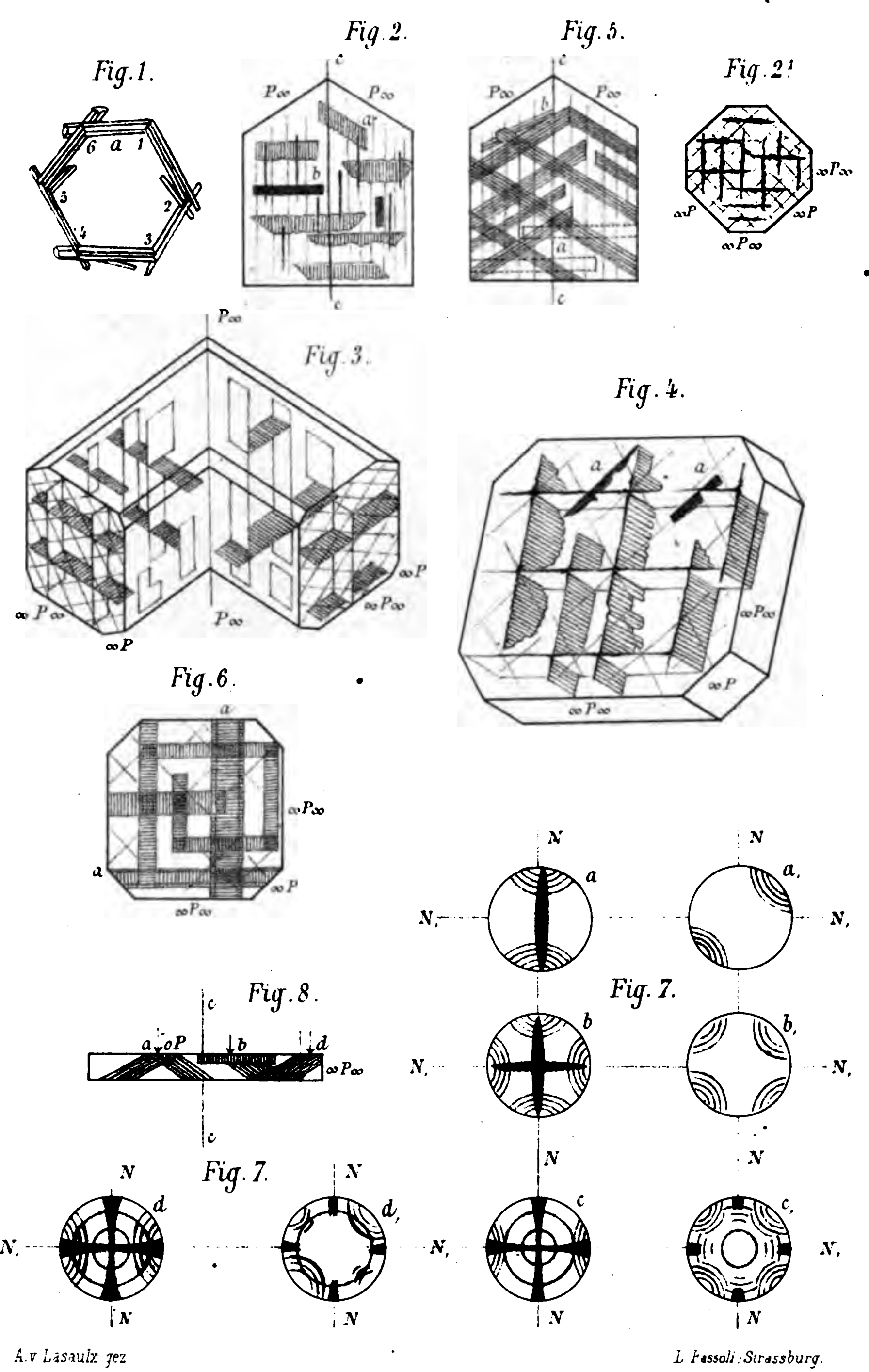
Fig. 4.

Fig. 4a.

G. vom Rath del.

Lith. Anst. v. A. Henry, Bonn





A. v. Lasaulx gez. L. Pessoli, Strassburg.



Fig. 9.

Fig. 10.

Fig. 11a.

Fig. 11b.

Fig. 15.

Fig. 13.

Fig. 12.

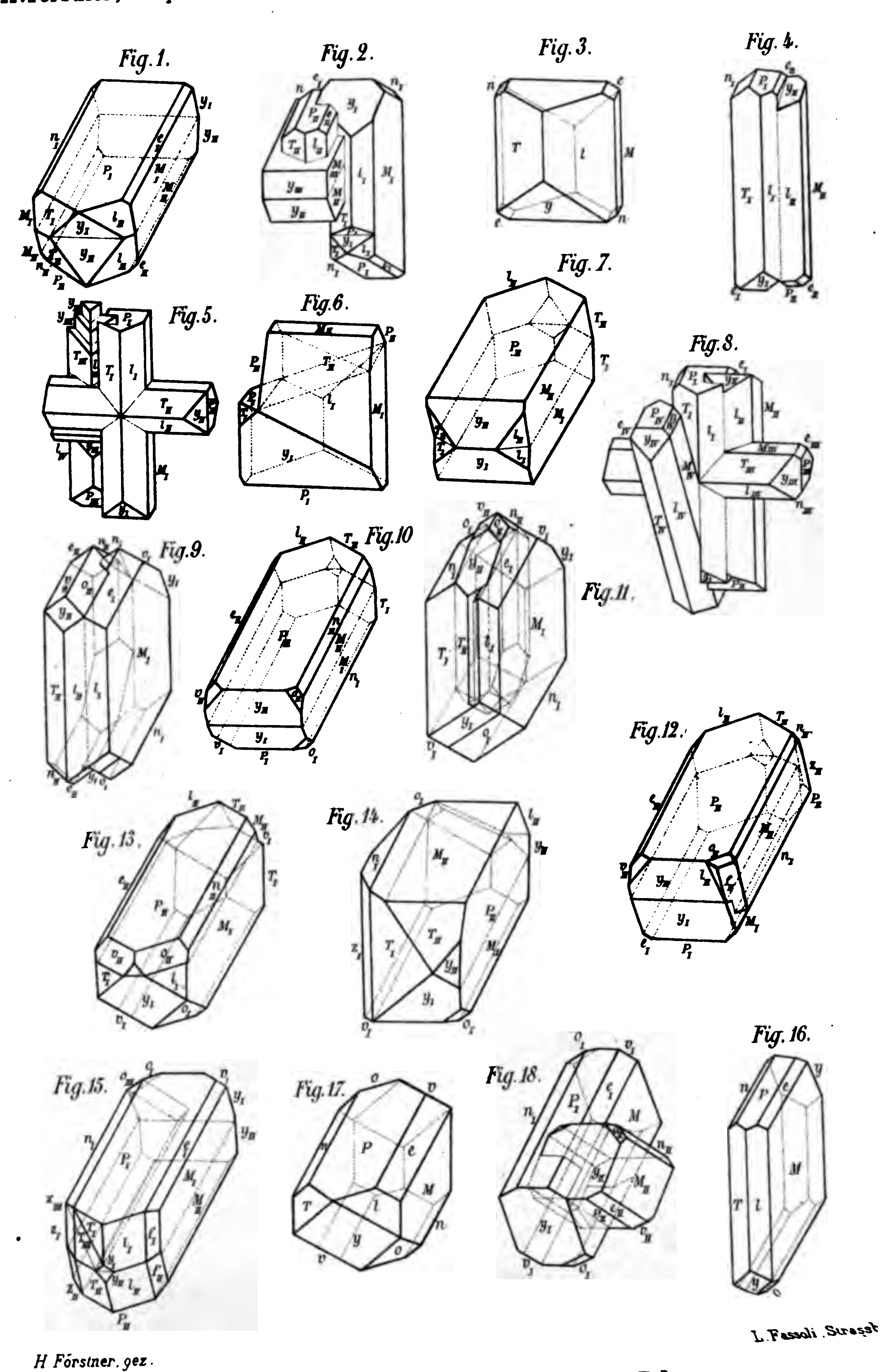
Fig. 16.

Fig. 14.

Fig. 17.

A. v. Lasaulx gez. — L. Fassoli Strassburg.

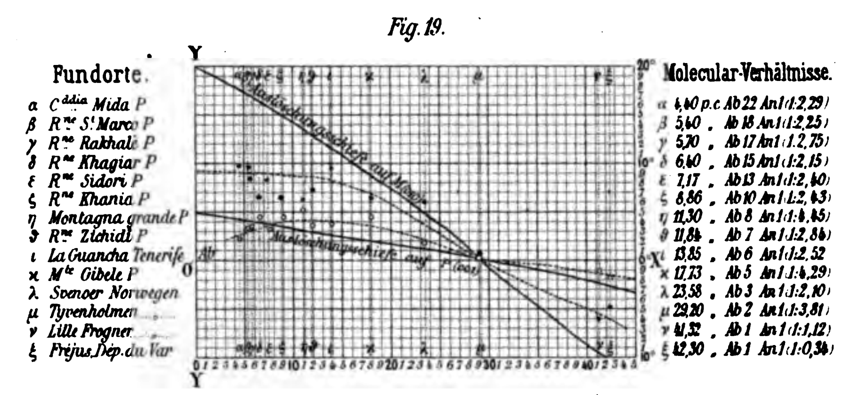




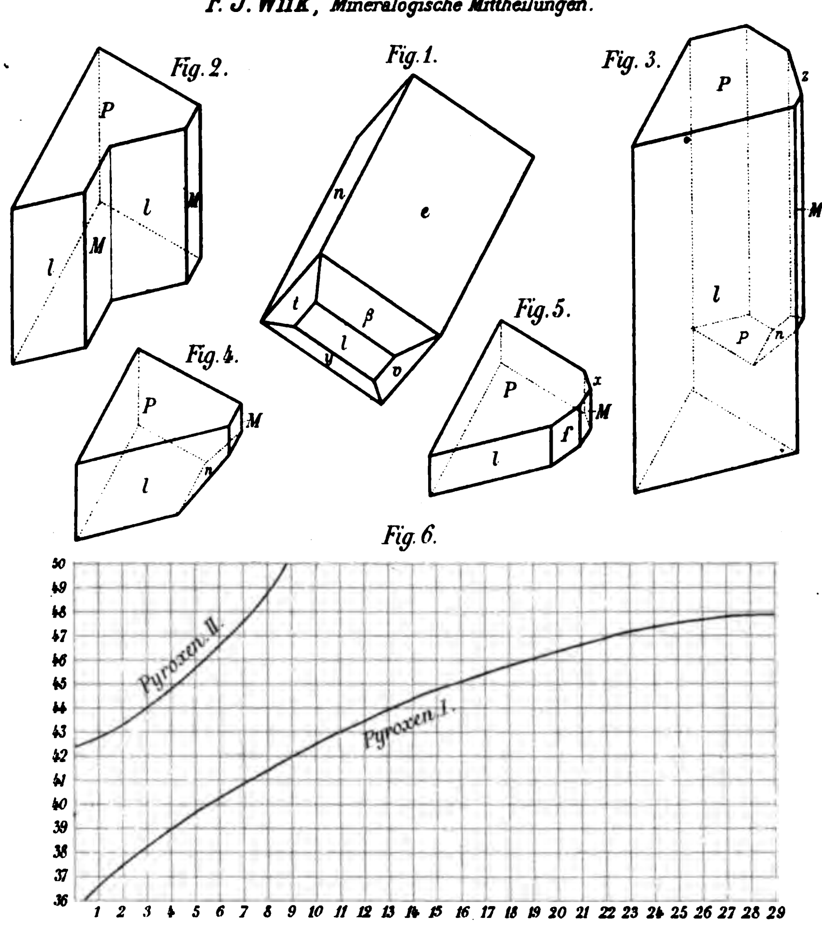
H Förstner. gez.

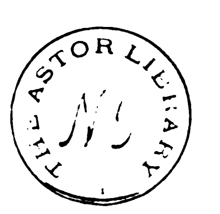
L. Fassoli. Strassb.

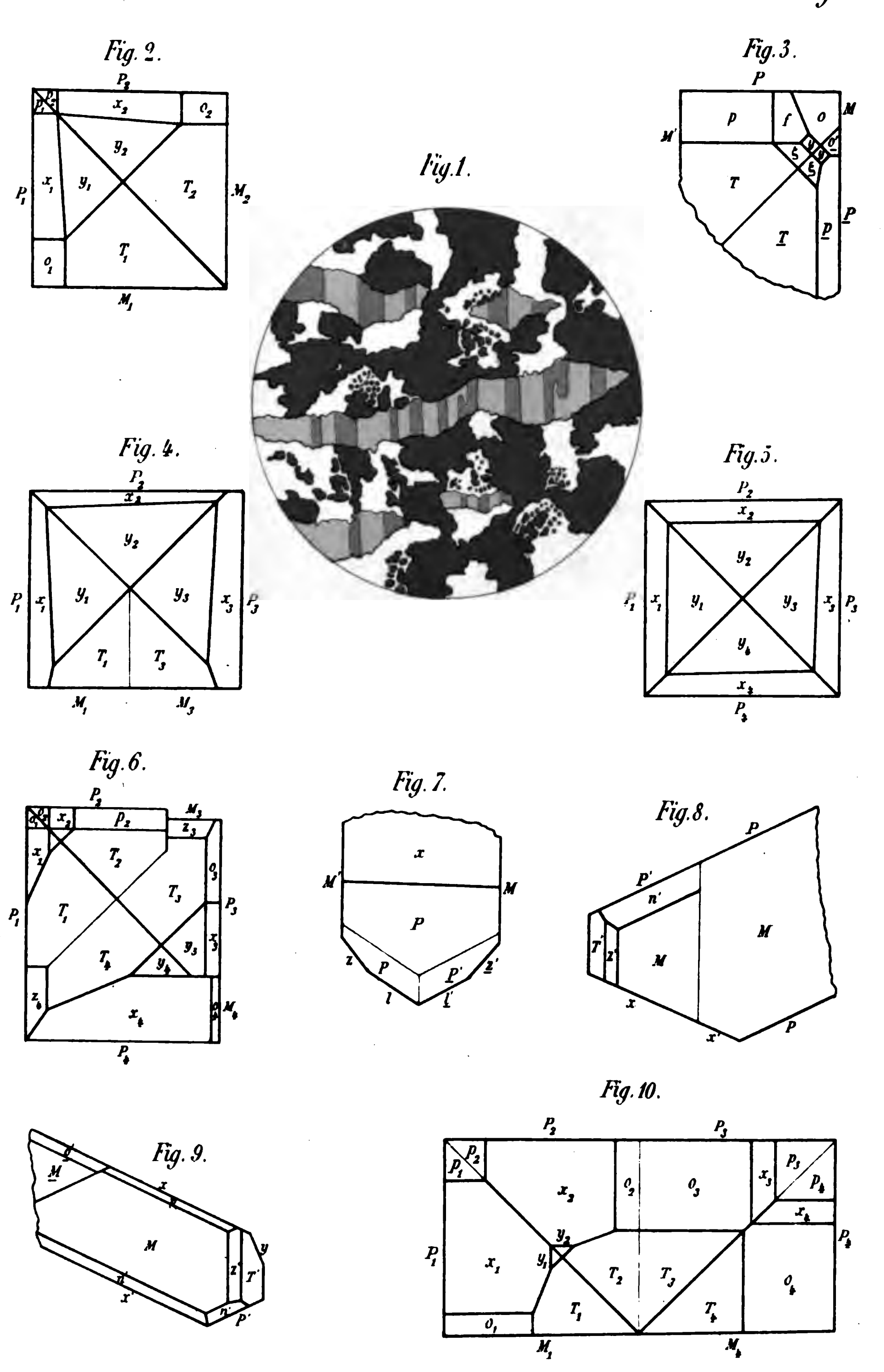

THE ASTOR LIBRARY



F. J. Wiik, *Mineralogische Mittheilungen.*

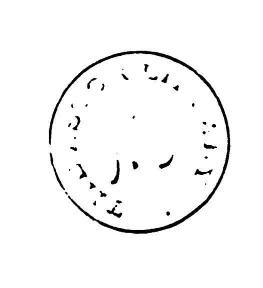


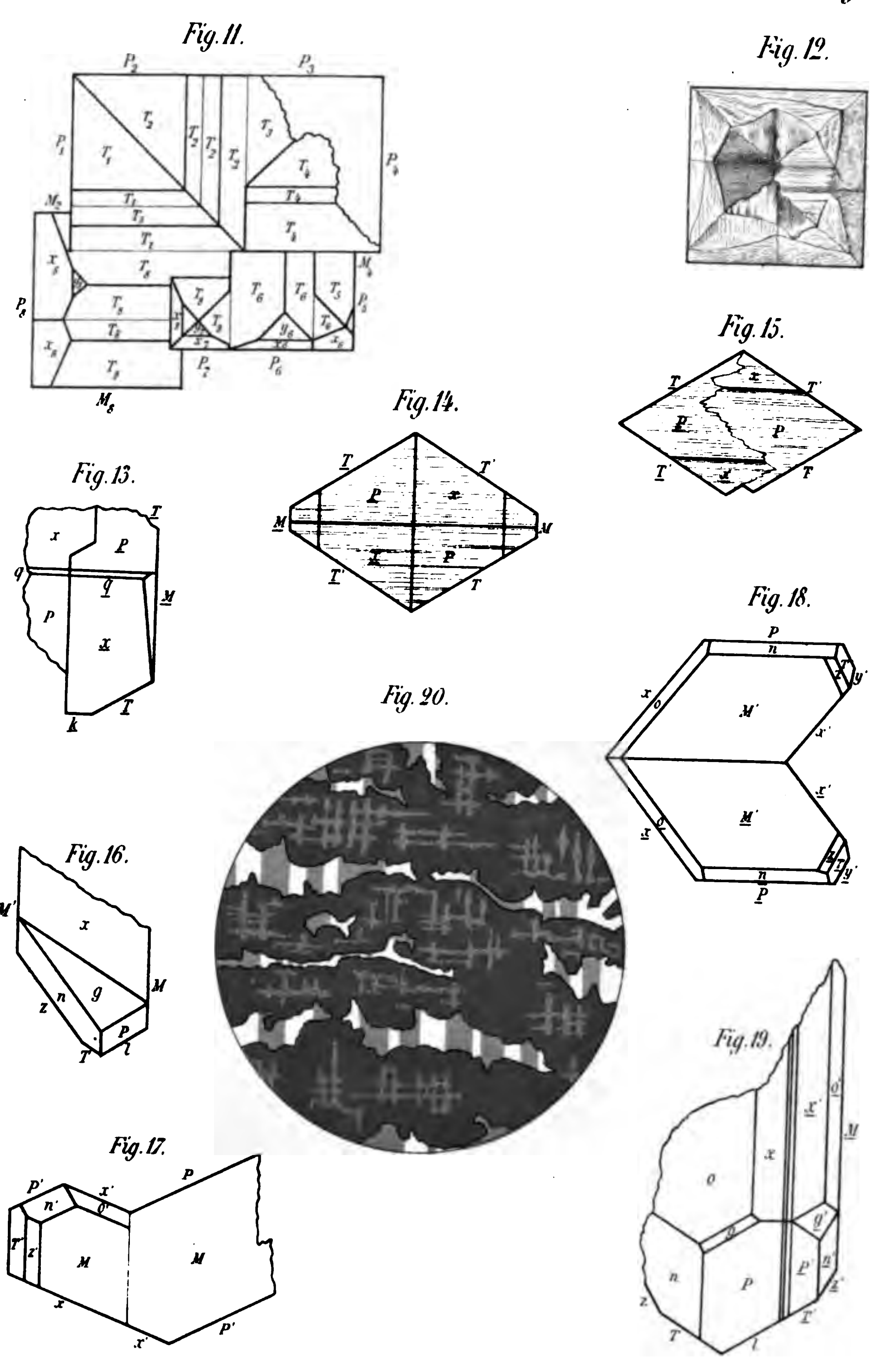




A. Beutell gez.

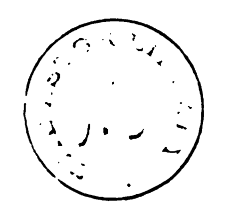
L. Fassoli, Strassburg.

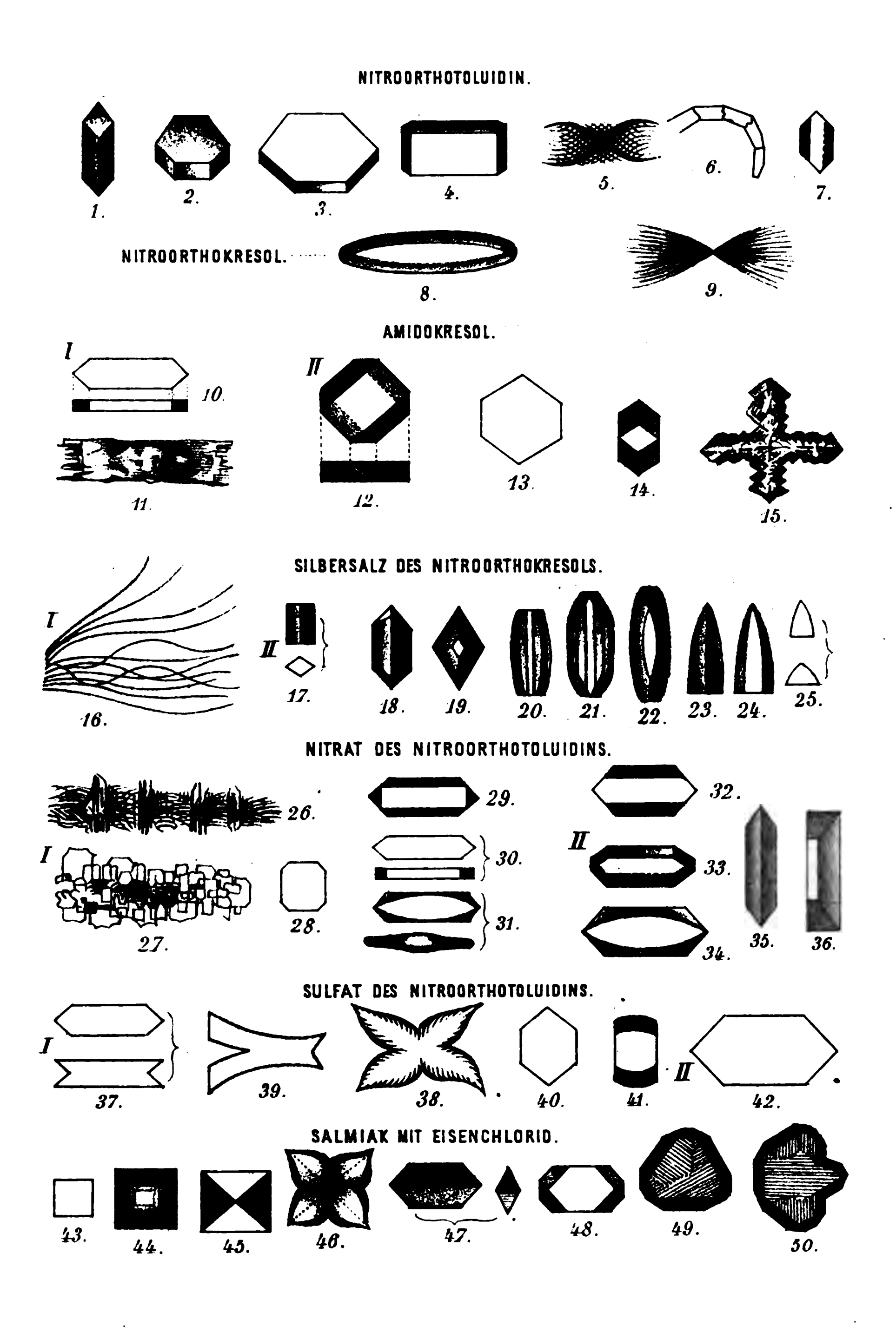




A. Beutell gez.

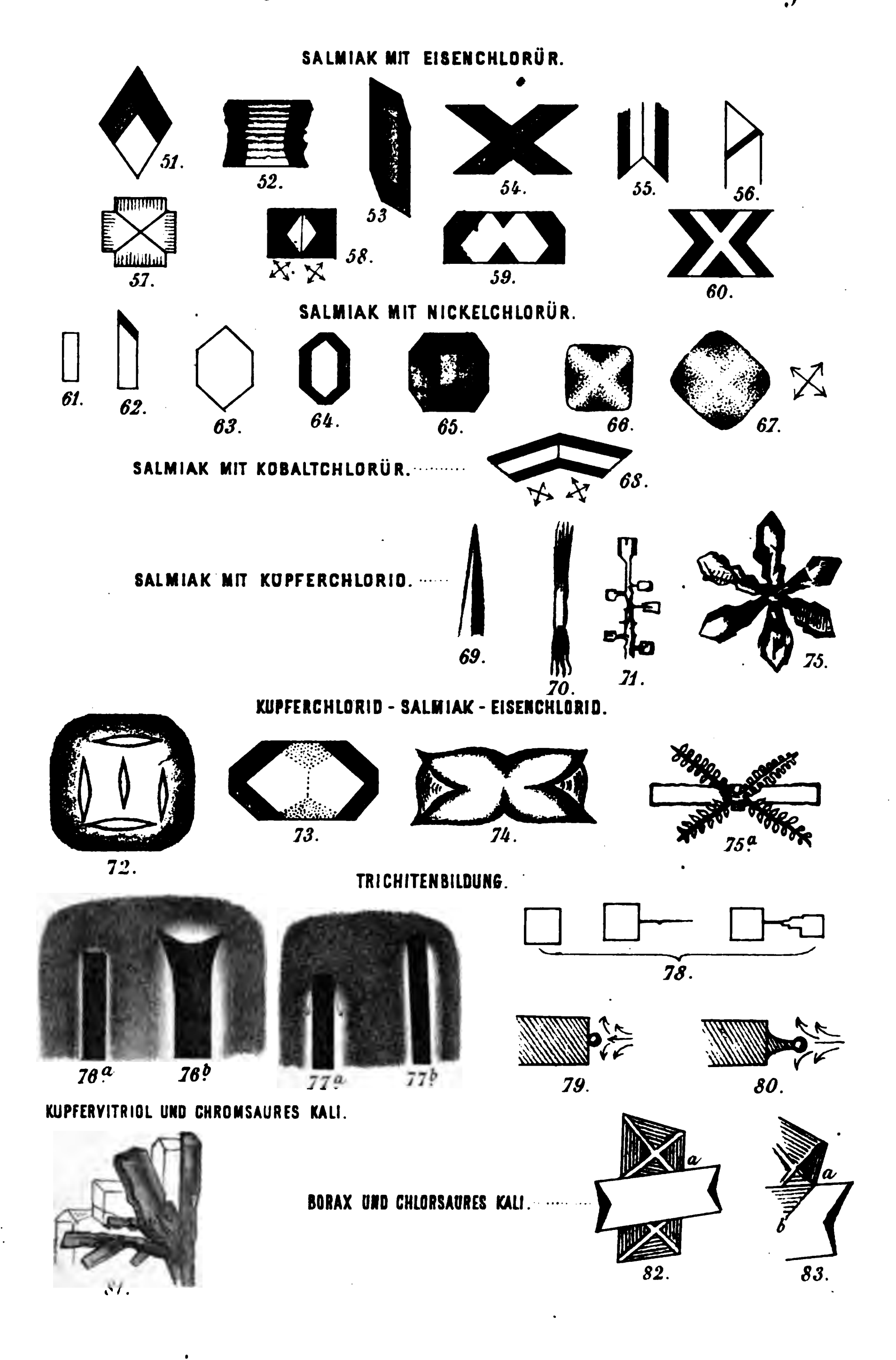
L. Fassoli Strassburg.



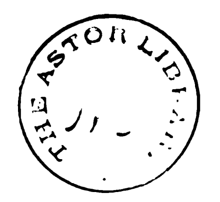


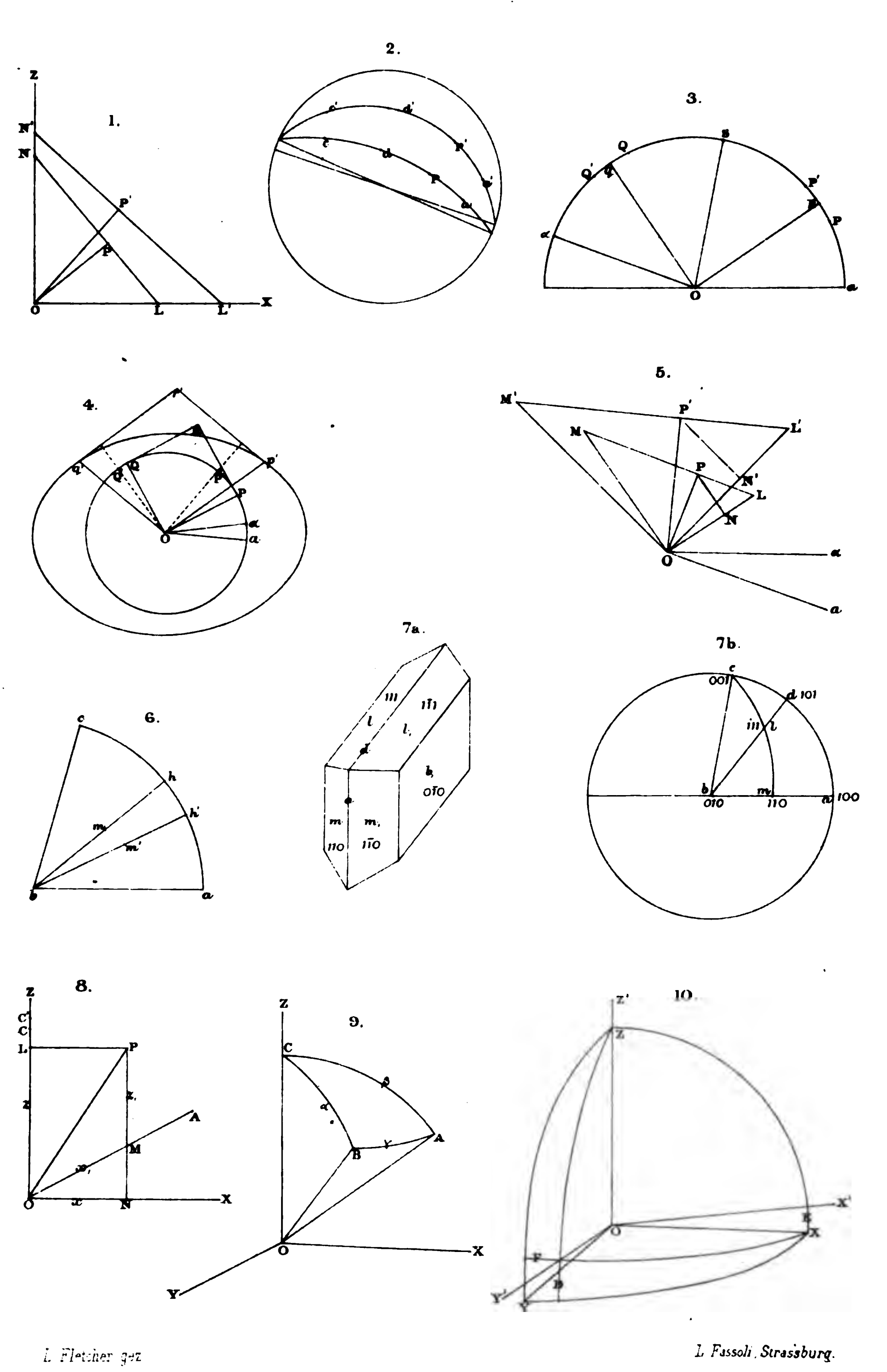
O. Lehmann gez. L. Fassoli, Strassburg


THE ASTOR LIBRARY



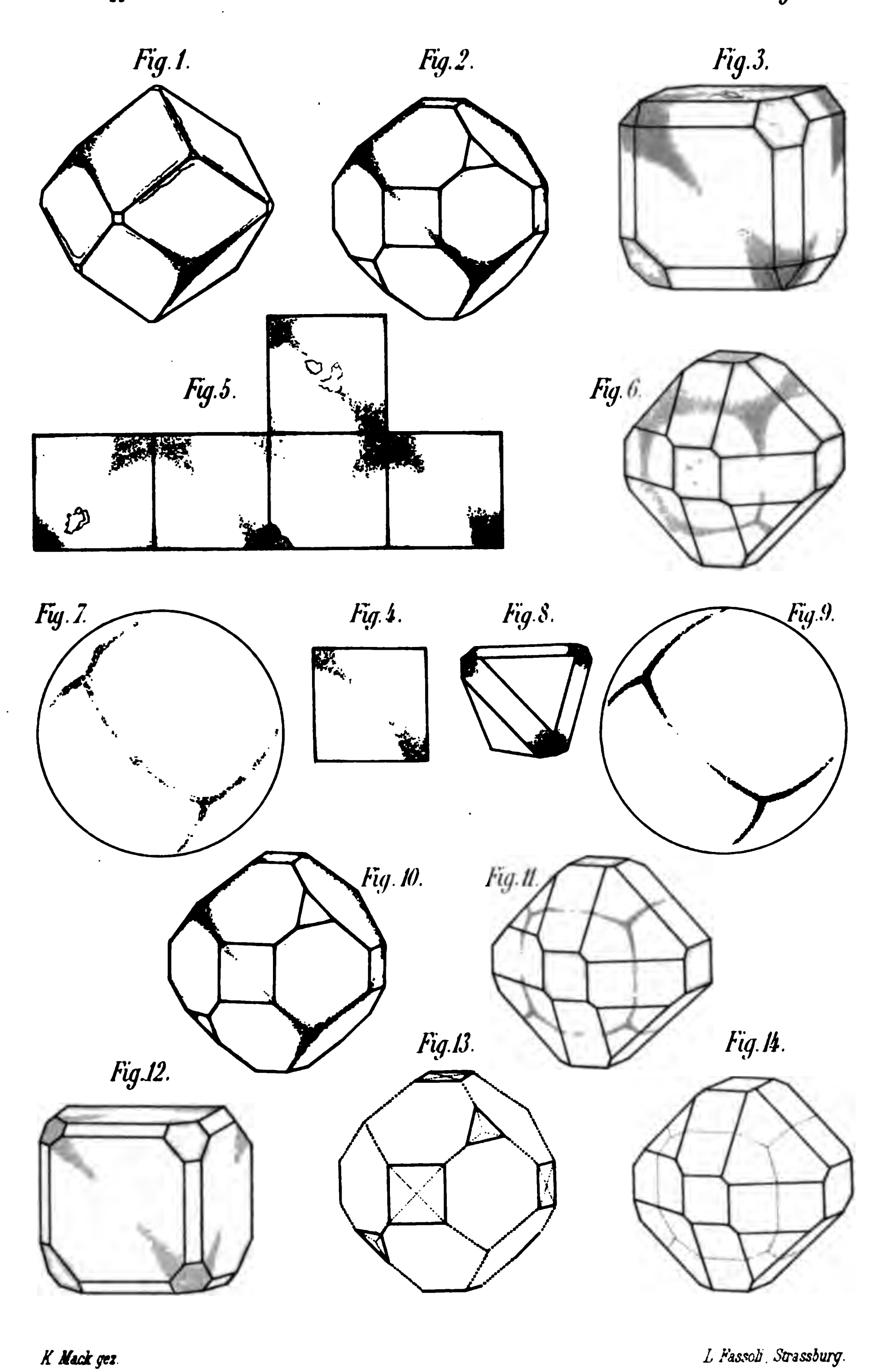
O. Lehmann gez.


THE ASTOR LIBRARY

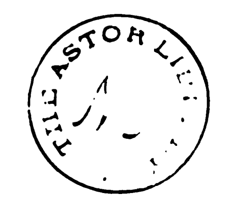


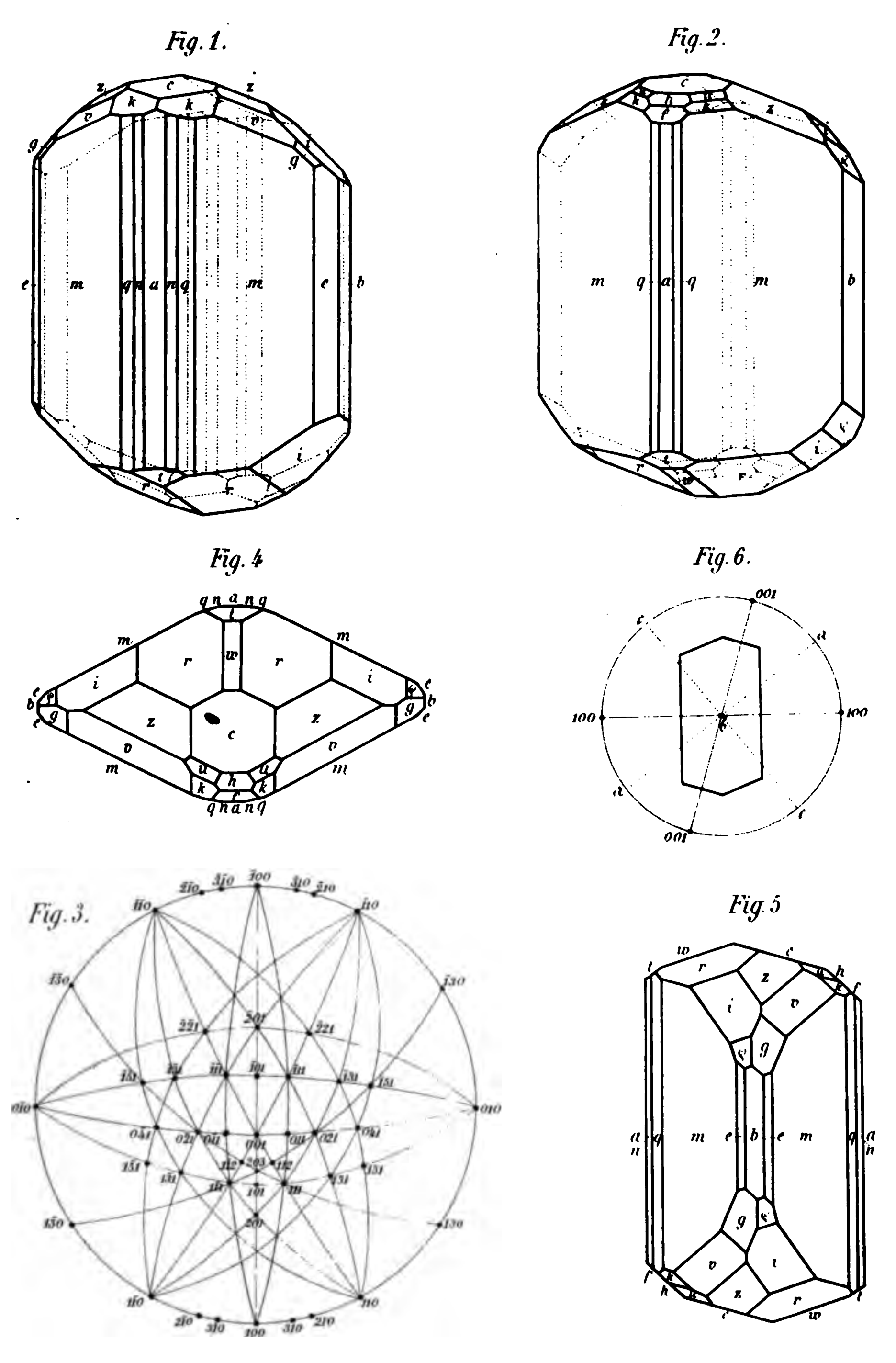
L. Fletcher gez. L. Fassoli, Strassburg.





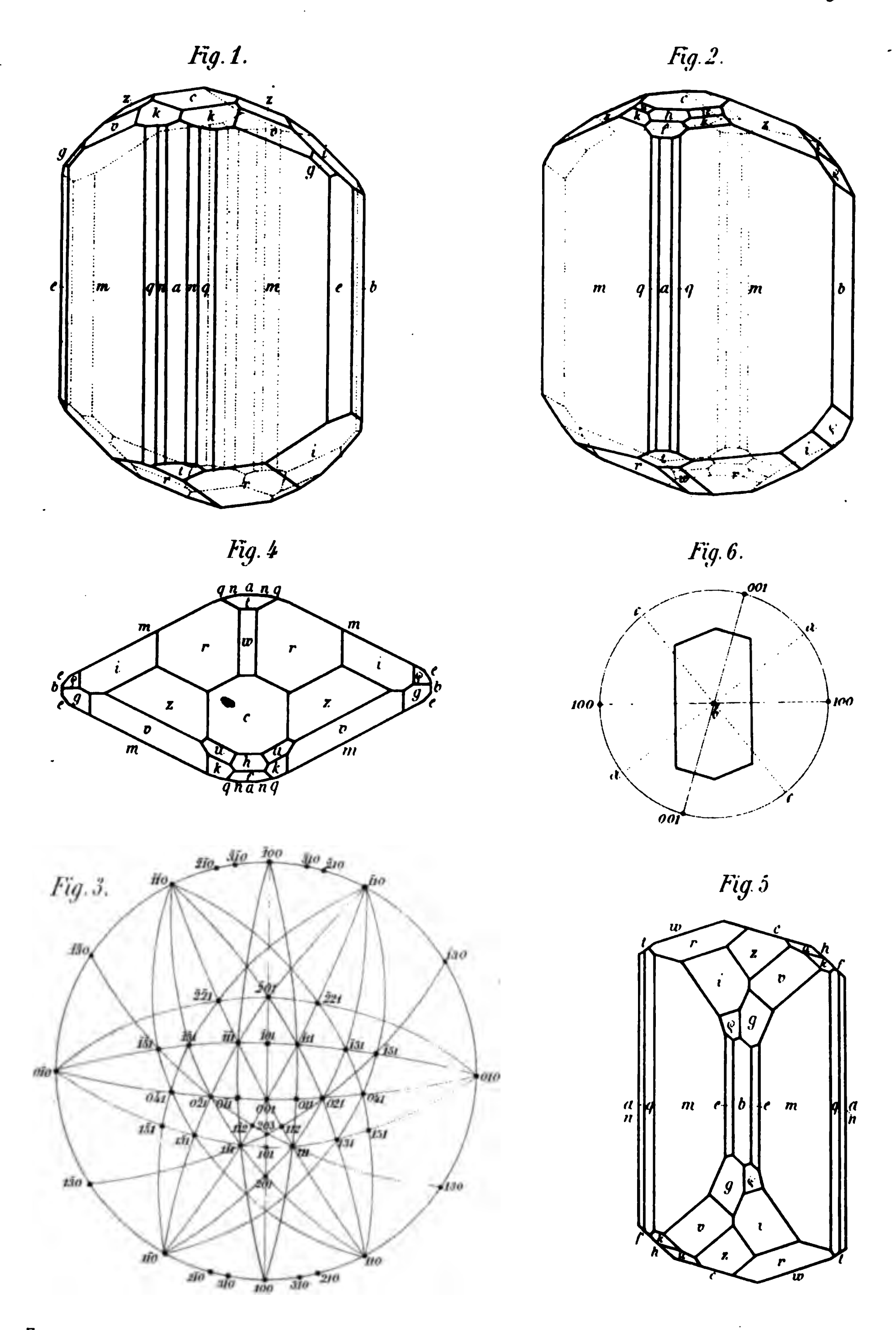
K. Mack gez. L. Fassoli, Strassburg.





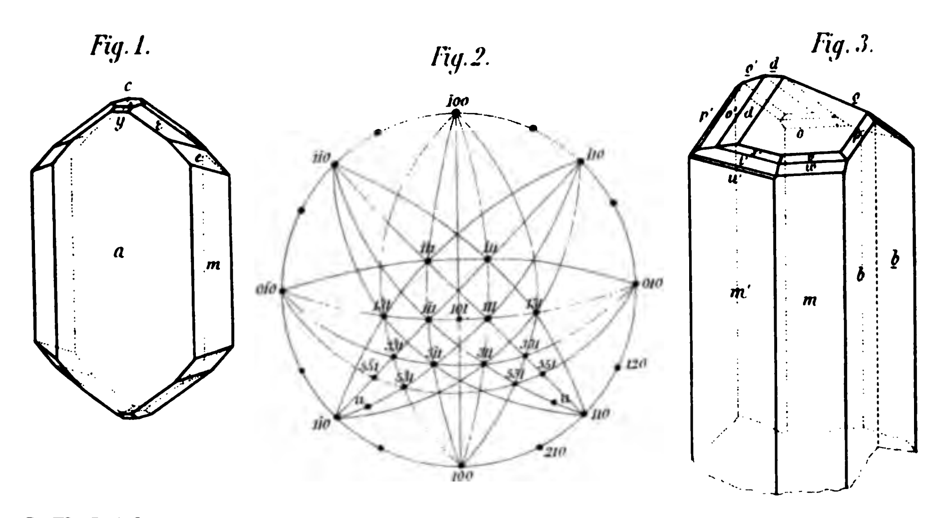
Franzenau gez. L. Fassoli, Strassburg.



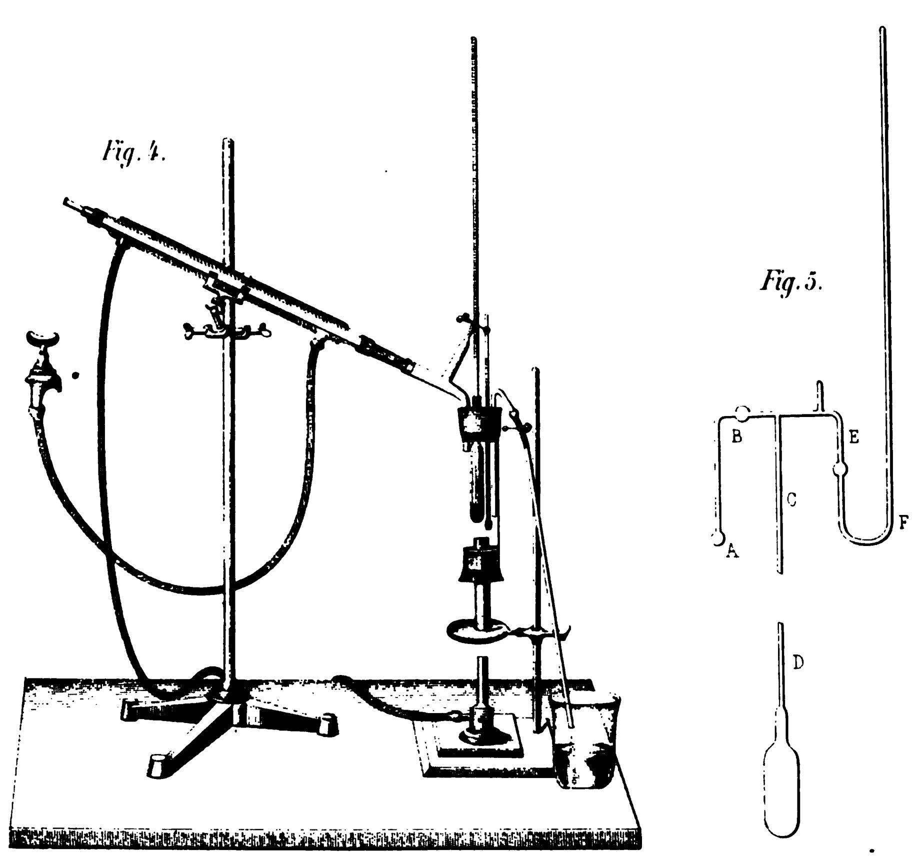


Franzenau gez. L. Fassoli, Strassburg.





L. Th. Reicher, allotrop. Umwandlung des Schwefels.



L. Fasoli Strassburg













